

Marko Laimi

VIRTUALISOINNIN JA PILVIPALVELUIDEN HYÖDYT PK-
YRITYKSELLE

Liiketalouden koulutusohjelma
Tietojenkäsittelyn suuntautumisvaihtoehto
2011

VIRTUALISOINNIN JA PILVIPALVELUIDEN HYÖDYT PK-YRITYKSELLE

Laimi, Marko
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Joulukuu 2011
Ohjaaja: Grönholm, Jukka
Sivumäärä: 64
Liitteitä: -

Asiasanat: virtualisointi, pilvipalvelut, Google-dokumentit

Opinnäytetyön aiheena oli selvittää ja tarkastella virtualisoinnin ja pilvipalveluiden hyötyjä PK-yrityksen näkökulmasta. Molemmat aiheet ovat mielestäni mielenkiintoisia ja halusin tutustua niihin tarkemmin. Opinnäytetyön pääasiallisena tietolähteenä toimi Internet.

Ensimmäiseksi työssä käydään läpi pilvipalvelun määritelmä sekä erilaiset pilvi- ja palvelumallit. Tämän jälkeen työssä esitellään kolmen suuren ulkomaisen erilaisia pilvipalveluja toimittavan yrityksen pilviratkaisuja. Mukana on myös muutamia kotimaisten pilvitoimittajien ratkaisuja sekä Microsoftin, Googlen ja Soneran tarjoamat paketit, jotka sisältävät muun muassa sähköpostipalvelun ja kalenterin käyttömahdollisuudet. Koska pilvipalveluissa data tallennetaan yleensä yrityksen omien datakeskuksien sijaan palveluntarjoajan datakeskuksien tallennusjärjestelmiin, oli työssä tutkittava ja otettava kantaa myös tietoturvallisuuteen ja käytettävyyteen.

Pilvipalveluihin tutustumisen jälkeen työssä tutkitaan virtualisoinnin erilaisia muotoja. Tarkkailun alle otettiin palvelimen virtualisoinnin lisäksi sovellus-, työpöytä- ja tallennusvirtualisointi.

Mielestäni onnistuin yksityiskohtaisesti käymään läpi työn kannalta oleelliset seikat ja olenkin luottavainen siihen, että työni avulla on selkeästi määriteltävissä mitä pilvipalvelut ja virtualisointi pitävät sisällään, ja mitä niiden hankintaa/käyttöönottoa mietittäessä kannattaa ja pitää ottaa huomioon.

BENEFITS OF VIRTUALIZATION AND CLOUD SERVICES TO SMES

Laimi, Marko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Information Technologies

December 2011

Supervisor: Grönholm, Jukka

Number of pages: 64

Appendices: -

Keywords: virtualization, cloud services, Google documents

The purpose of this thesis was to research and examine the benefits of virtualization and cloud services from small and medium-sized businesses point of view. I find both of these topics to be interesting and wanted to take a closer look at them. Main source of information for this thesis was the Internet.

At first we will go through the definition of cloud services and different cloud and service models. After that we will go through different cloud services of three different foreign cloud services providers and their cloud solutions. I also included few domestic cloud services providers and their solutions and packages from Microsoft and Google that include e-mail and calendar services. Normally in cloud services the data is stored in cloud services providers data centers so it was necessary to discuss about data security and availability.

After cloud services, we study different forms of virtualization. In addition to server virtualization there is also application, desktop and storage virtualization.

In my opinion I accurately succeeded to go through the most important and relevant facts. I am also confident that with my thesis it is clearly definable what cloud services and virtualization mean and what you must take into consideration when planning their acquisition and introduction to use.

SISÄLLYS

TERMILUETTELO.....	6
1 JOHDANTO	7
2 PILVIPALVELUT (CLOUD SERVICES)	8
2.1 Pilvipalvelun määritelmä.....	8
2.2 Erilaiset pilvimallit.....	9
2.3 Palvelumallit	10
2.3.1 Saas (Software as a Service)	11
2.3.2 PaaS (Platform as a Service)	12
2.3.3 IaaS (Infrastructure as a Service)	14
2.4 Tietoturva	14
2.5 Käytettävyys	17
3 GOOGLE APPS FOR BUSINESS JA OFFICE 365	18
3.1 Google Apps For Business	18
3.2 Office 365	20
3.3 Eri ratkaisujen välinen vertailu	22
4 MICROSOFT WINDOWS AZURE PLATFORM, AMAZON WEB SERVICES JA GOOGLE APPS ENGINE	26
4.1 Microsoft Windows Azure Platform.....	26
4.1.1 Windows Azure	26
4.1.2 SQL Azure	27
4.1.3 Windows Azure Storage	28
4.1.4 Sisällönjakeluverkko (Content Delivery Network)	29
4.2 Amazon Web Services (AWS)	30
4.2.1 Amazon EC2	30
4.2.2 Amazon S3	34
4.3 Google App Engine.....	35
4.3.1 Sovellusympäristö	37
4.4 Eri alustojen välinen vertailu	38
5 KOTIMAISIA PILVIPALVELUNTOIMITTAJIA.....	39
5.1 Elisan ratkaisut.....	40
5.1.1 Sisäinen pilvi	40
5.1.2 Elisan Konesalipalvelut	40
5.1.3 Julkinen pilvi	42
5.1.4 Yrityspilvi	42
5.2 Dna Toimisto	43
5.3 Soneran ratkaisut.....	44

5.3.1 Yrityssähköposti	44
5.3.2 Tiimikeskus	45
5.4 Eri ratkaisujen välinen vertailu	46
6 VIRTUALISOINTI	47
6.1 Palvelinvirtualisointi	48
6.2 Työpöytävirtualisointi	49
6.3 Sovellusvirtualisointi	50
6.4 Tallennuksen virtualisointi	51
7 YHTEENVETO	53
LÄHTEET	57

TERMILUETTELO

Datakeskus: Keskitetty datavarasto

Internet: Nimike, jolla kuvataan maailmanlaajuisia tietoverkkoa, joka yhdistää pienempiä paikallisia verkkoja toisiinsa.

Käytettävyysaika: Aika, jonka palvelun tai laitteiden luvataan olevan käytössä

Käyttäjätili: Kokoelma tietoja, joiden avulla voidaan määrittää kyseisen käyttäjän oikeudet ja rajoitukset sekä käyttäjätunnus ja salasana

Loppukäyttäjä: Henkilö, joka loppukädessä käyttää tuotetta tai palvelua

Ohjelmistopaketti: Kokoelma eri ohjelmia

Palomuri: Järjestelmä, joka tietoverkoissa tarkkailee ja suodattaa suojattavan verkon verkkoliikennettä

Palveluntarjoaja: Erilaisia palveluita tarjoava yritys

Palvelupaketti: Erilaisia palveluja yhdessä paketissa

Palvelutaso: Tarjottavan palvelun laadun taso

Tallennustila: Tilaa johon voi tallettaa tietoa

Tietokantapalvelin: Tietokantoja ajava palvelin

Tietoliikenneyhteys: Tiedon siirtämiseen luotu yhteys

Tietoturvaohjelmisto: Tietoturvallisuutta tarjoava ohjelma

Tuotantoversio: Lopullinen, käyttöön otettava versio

Työpöytäsovellus: Omalle tietokoneelle asennettava sovellus

Varmentaminen: Otetaan kopioita tärkeästä informaatiosta

Varmuuskopio: Kopio tärkeästä informaatiosta

Varusohjelmisto: Apuohjelmia, joilla helpotetaan ohjelmointia

Web-palvelin: Tietokone tai ohjelmisto, joka jakaa dokumentteja HTTP-protokollan avulla

Verkkopalvelu: Verkon kautta tarjottava palvelu

Virtuaalikone: Ohjelmallisesti toteutettu tietokone

Ydinliiketoiminta: Yrityksen kyky hyödyntää sen kaupallisesti arvokasta ydinosaa-

1 JOHDANTO

Moni yritys kamppailee nykypäivänä IT-asioiden parissa tarkoituksenaan muun muassa tehostaa liiketoimintaa mahdollisimman tehokkaasti pitäen IT-kulut samalla kuitenkin minimissä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia PK-yrityksen näkökulmasta pilviratkaisujen ja virtualisoinnin tarjoamia apuvälineitä sekä miellekkyyttä perinteisiin itse toteutettaviin IT-ratkaisuihin verrattuna. Pilviratkaisuihin keskittyvässä osassa tutustutaan eri pilvi- ja palvelumalleihin ja niiden ominaisuuksiin, ja pariin yleisimpään käytössä nykyhetkellä olevaan pilvipalveluun, jotka ovat Googlen tarjoama Google Apps For Business sekä Microsoftin Office 365.

Mukaan on otettu lisäksi muutamia ulkomaisia ja kotimaisia pilviratkaisuja tarjoavia yrityksiä, jotka tarjoavat eri tarkoituksiin ja eri kokoisille yrityksille tarjottavia pilvipalveluita. Tarkastelun alle on otettu Microsoftin, Googlen ja Amazonin tarjoamia pilvialustoja (Cloud Platform), joita myös vertaillaan mahdollisuuksien mukaan toisiinsa ominaisuuksien, käytettävyyden ja hinnoittelun osalta. Mukana on lisäksi suomalaisten verkko-operaattorien (Elisa, Sonera ja DNA) tarjoamia pilvipalveluita. Myös tietoturva on varsinkin yrityksille tärkeä osa liiketoimintaa ja sen suojaamista, joten tässä työssä on katsottu hyväksi keskittyä omalta osaltaan myös tietoturvaan näiden ratkaisujen kohdalla.

Opinnäytetyössä käydään lisäksi läpi virtualisointiin liittyviä termejä ja tarkastellaan virtualisoinnin tuomia hyötyjä ja haittoja sekä heikkouksia PK-yrityksen näkökulmasta. Opinnäytetyön virtualisointiin keskittyvässä osiossa tutustutaan palvelinvirtualisoinnin lisäksi työpöytä-, sovellus- ja tallennusvirtualisointiin sekä niiden ominaisuuksiin. PK-yrityksen on tämän opinnäytetyön tulosten avulla tarkoitus kyetä helpommin tekemään päätös siitä onko palvelut parempi tuottaa itse, virtualisoinnilla tai ilman, omalla IT-tukihenkilöstöllä, vai onko järkevämpää ja tietoturvallisempaa siirtää palvelut pilveen eli vuokrata tarvittavat palvelut ja sovellukset tai jopa koko infrastruktuuri pilvestä.

2 PILVIPALVELUT (CLOUD SERVICES)

2.1 Pilvipalvelun määritelmä

Yksinkertaisimmillaan pilvipalvelulla tarkoitetaan Internetissä jaettavia tiedostoja ja tiedon varastointia ulkopuolisen omistamalla palvelimella. Työskentely tapahtuu oman tietokoneen sijaan pilvessä, josta löytyvät esimerkiksi kaikki käytettävät tiedostot ja toimisto-ohjelmat. Saarikon tekstin mukaan todellinen pilvipalvelu pitää sisällään itsepalvelumahdollisuuden ja maksun, joka määräytyy käytön mukaan. (Saarikko 2011.) Rouskun mukaan pilvipalveluiden perusajatuksena toimii se, että tieto ja ohjelmat tallennetaan palvelimille ja niihin on mahdollista päästä käsiksi mistä tahansa. (Rousku 2010.)

Tietoviikon artikkelin mukaan pilvipalvelulle ei puolestaan ole olemassa yksikäsitteistä määritelmää, mutta alalle on kuitenkin muotoutumassa konsensus seuraavista pilvipalvelut määrittelevistä ominaisuuksista:

Itsepalvelu: Jotta kyseessä olisi pilvipalvelu, on käyttäjän kyettävä menemään verkkosivustolle, luoda käyttäjätilejä ja hankkia itsenäisesti resursseja Internetin välityksellä.

Massahyödykehinnoittelu: Pilvipalveluiden edullisuus perustuu itsepalveluun. Mikäli palveluntarjoajan ehdottamat vaihtoehdot eivät ole yrityksen mieleen, voi palveluntarjoajaa aina vaihtaa.

Läpinäkyvä skaalautuvuus: Lisäpalveluja tai ominaisuuksia voi hankkia ainoastaan menemällä palveluntarjoajan verkkosivuille ja muuttamalla omaa tilausta.

Jaettu infrasktruktuuri: Asiakkailla on yhden suhde moneen -suhde pilvipalvelun kanssa. Infrasktruktuuria palveluna (IaaS) tarjoavat yritykset voivat siirrellä asiakkaidensa virtuaalikoneita tarpeen mukaan ja useamman asiakkaan virtuaalikoneita voidaan ajaa samalla palvelimella. Palveluna tarjottavien ohjelmistojen (SaaS) puolella taasen eri asiakkaat voivat mahdollisesti kirjautua myös hankitun ohjelmiston samaan ilmentymään.

Osoitettavuus: Jokaisella pilvipalveluja tarjoavalla yrityksellä on lisäksi oma ohjelmointirajapintansa. Asiakkaiden on näin mahdollista rakentaa palvelun perusominaisuuksina tarjottavien ominaisuuksien päälle myös omia laajennuksia. (Siljamäki 2010.)

2.2 Erilaiset pilvimallit

Julkinen pilvimalli (Public Cloud)

Julkisen pilvimallin (eng. Public Cloud) tapauksessa pilvipalvelulla tarkoitetaan tietokonekapasiteetin- ja palvelujen ostamista sekä hyödyntämistä palveluna Internetin välityksellä. Tässä tapauksessa sovellutusten ja palvelujen ylläpidosta huolehtii kokonaan pilven ylläpitäjä, joten yritys voi täysin keskittyä omaan ydinliiketoimintaansa. (IBM 2011.)

Yksityinen pilvimalli (Private Cloud)

Yksityistä pilvimallia (eng. Private Cloud) saatetaan useasti kutsua myös nimillä sisäinen pilvi tai yrityspilvi. Mallilla tarkoitetaan tietokonearkkitehtuuria, joka tarjoaa isännöityjä palveluita rajalliselle määrälle palomuurin takana oleville käyttäjille. Hallinnoinnista ja ylläpidosta tässä ratkaisumallissa vastaa yrityksen oma IT-osasto. (SearchCloudComputing 2011a.) Yksityinen pilvi on tarkoitettu tarjoamaan samat ominaisuudet ja hyödyt kuin julkinenkin pilvi, mutta sen on samalla tarkoitus poistaa tietoturvaan liittyviä pelkoja. Yrityksen ja sen asiakkaiden data säilytetään julkisen pilvimallin palveluntarjoajan datakeskuksien sijasta yrityksen omissa, palomuurien takana olevissa datakeskuksissa. (Webopedia 2011.)

Hybridi pilvimalli (Hybrid Cloud)

SearchCloudComputing-verkkosivuston määritelmän mukaan hybridi pilvimalli (eng. Hybrid Cloud) koostuu vähintään yhden yksityisen pilven ja julkisen pilven yhdistelmästä. Hybridiä pilvimallia tarjotaan yleensä kahtena eri vaihtoehtona. Joko yksityisen pilven toimittaja muodostaa kumppanuuden julkista pilveä tarjoavan toi-

mittajan kanssa tai julkista pilvipalvelua toimittava palveluntarjoaja lähtee yksityisiä pilvipalveluja tarjoavan toimittajan kumppaniksi. (SearchCloudComputing 2011b.)

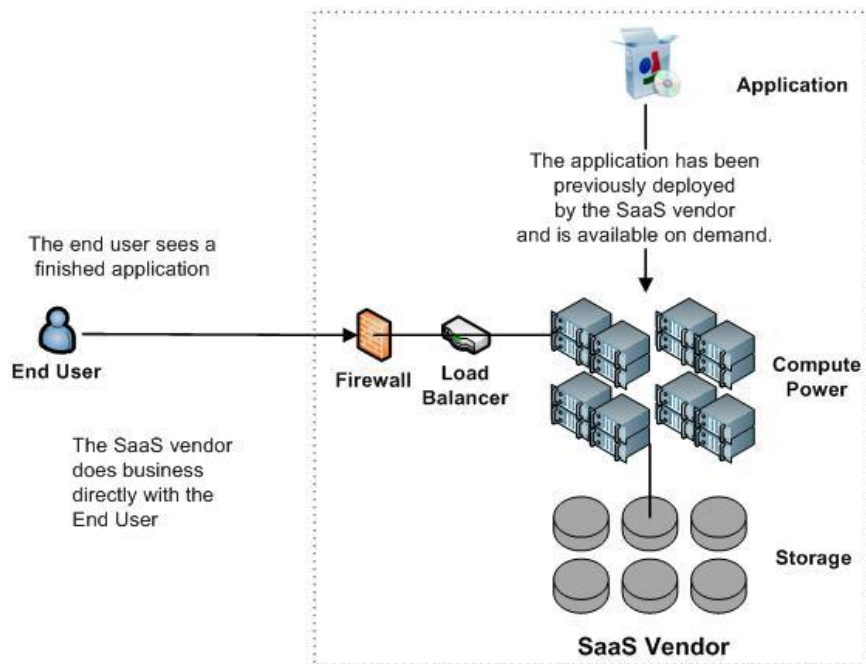
Hybridi pilvi on pilviympäristö, jossa organisaatio ottaa käyttöön ja hallitsee joitain resursseja organisaation omissa datakeskuksissa, ja osa puolestaan hankitaan ulkoisilta toimittajilta. Organisaatio saattaa esimerkiksi käyttää julkista pilvipalvelua, kuten Amazon S3, datan arkistointiin, mutta säilyttää liiketoimintaansa liittyvän reaaliaikaisen datan edelleen omissa datakeskuksissaan. Tarkoitus on, että yritys voi hybridin pilvimallin avulla hyödyntää julkisen pilviympäristön skaalautuvuutta ja kustannustehokkuutta kuitenkin vaarantamatta liiketoiminnalle kaikkein kriittisimpiä sovellutuksia ja dataa. (SearchCloudComputing 2011b.)

2.3 Palvelumallit

Pilvi pitää sisällään kolme eri tasoa, jotka ovat SaaS (varsinainen sovellus), PaaS (sovelluksen vaatimat ylläpito- ja kehitysvälineet ja -menetelmät) ja IaaS (Sovelluksen vaatimat verkko- ja laiteratkaisut). (Luu5 2011a.) Alimmalla tasolla (IaaS) toimivat yritykset tarjoavat asiakkailleen infrastruktuuria palveluna. Asiakas voi hankkia käyttöönsä virtuaalikoneita, tallennustilaa ja verkkopalveluita. Mallissa asiakas kuitenkin vastaa itse järjestelmien asennuksesta ja käytöstä sekä ylläpidosta. (Hämäläinen 2009a.)

Toisessa mallissa palveluntarjoaja myy asiakkaille alustaa eli kyseessä on PaaS. Tässä tapauksessa asiakkaan hankkimaan pakettiin sisällytetään käyttöjärjestelmät sekä varusohjelmisot, kuten esimerkiksi kehitysvälineet ja ajonaikaiset ympäristöt. Asiakkaan on mahdollista ostaa vaikkapa Windows-pohjainen web- tai tietokantapalvelin ja rakentaa omat sivustonsa sen varaan. Kolmannessa mallissa palveluntarjoajalta hankitaan sovellutukset palveluna. Tällöin kyseessä on SaaS-malli eli Software as a Service. Tämän mallin tapauksessa asiakkaalla on enää huolehdittavanaan niiden soveltaminen omiin tarpeisiin. (Hämäläinen 2009a.)

2.3.1 Saas (Software as a Service)



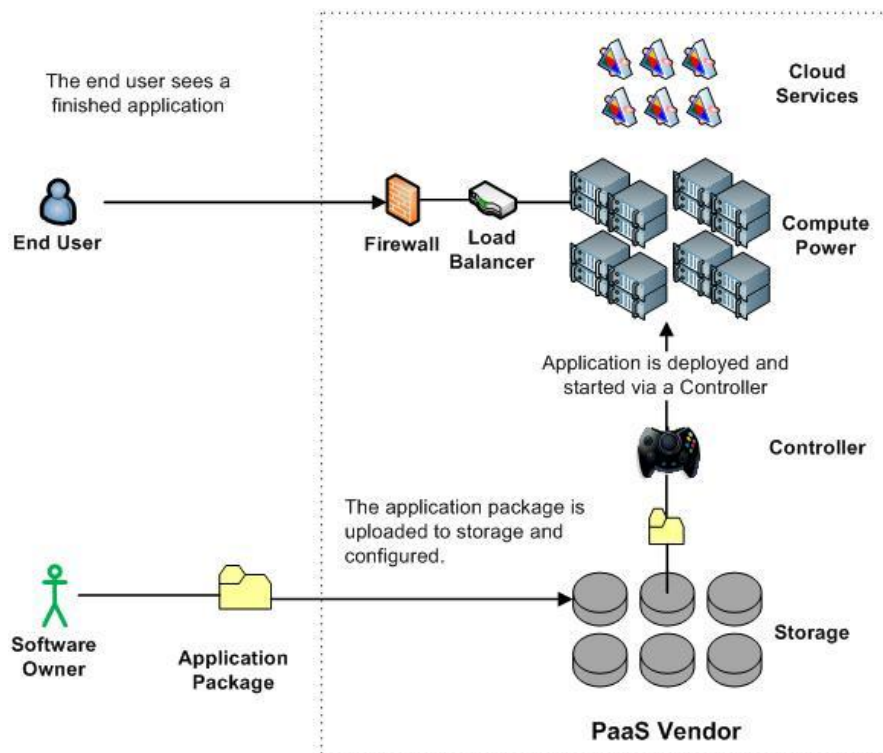
Kuva 1. SaaS-palvelumalli (SaaS 2011a.)

SaaS (Software as a Service) tarkoittaa ohjelmiston hankintaa palveluna perinteisesti tunnetun lisenssipohjaisen käytännön sijaan. Käytöstä maksetaan yleensä siis käytön laajuuden mukaisesti. Sama tuotantoympäristö palvelee useita tai kaikkia asiakkaita. Asiakkaat käyttävät vuokaraohjelmistoja yleensä Internet-selaimen kautta, joten käyttöönotto ei ole niin monimutkaista kuin perinteisessä mallissa ja normaalisti siihen ei vaadita erillisten ohjelmistojen asentamista työasemille. Voidaan kuitenkin todeta, että myös poikkeuksiakin on, sillä jotkin markkinoilla olevat SaaS-ohjelmistot vaativat, että Internet-selaimeen on asennettu ja käytössä jokin tietty lisäosa, kuten esimerkiksi Java Runtime Environment, Flash tai ActiveX. (Luu5 2011b.)

Luu5-verkkosivuston mukaan asiakas haluaa ohjelmistonsa palveluna, koska kustannukset ovat helposti arvioitavissa ja ne muodostuvat yleensä käytön laajuuden mukaan, joten asiakas maksaa konkreettisesta hyödyistä. Lisäksi ei ole omia ylläpitokustannuksia, koska käyttöönotto ja ohjelmistopäivitykset eivät vaadi asentamista asiakkaan toimesta. Internet-selaimella käytettävä ohjelmisto tai sovellutus on myös asiakkaan käytettävissä paikasta ja ajasta riippumatta. Luu5-verkkosivuston mukaan SaaS-ohjelmistolle olennainen asia on muun muassa se, että ohjelmisto hankitaan

palveluna perinteisen mallin sijaan, jossa veloitus tapahtuu veloittamalla lisenssiä/ohjelmistoa käyttävien työasemien tai palvelimien mukaisesti. Käytön laajuuden mukaan tapahtuva maksukäytäntö toteutetaan esimerkiksi kuukausimaksulla käyttäjien ja transaktioiden määrien pohjalta. Usean eri asiakkaan tiedot on yleensä tallennettu samaan tietokantaan. (Luu5 2011b.)

2.3.2 PaaS (Platform as a Service)



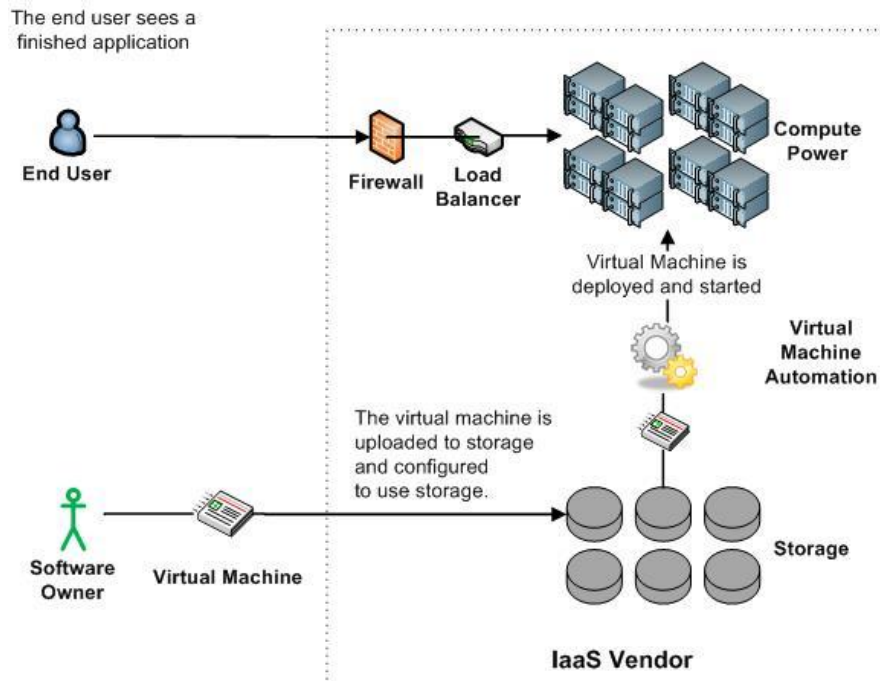
Kuva 2. PaaS-palvelumalli (SaaS 2011b.)

PaaS eli sovellusalusta palveluna tarkoittaa palvelualustan ulkoistamista. Tämä tuo Avopilvi-verkkosivuston Wikin mukaan etuja sekä ohjelmistokehityksen että liiketoiminnan näkökulmasta. Kehitysalustat mahdollistavatkin ohjelmistokehityksen sekä pilvimallin mukaisen teknisen kehitystyön antamalla kehittäjälle välineet joilla ladata omia sovelluksia osaksi kokonaisuutta. Tämän kaltaisen kehitysmallin ansiosta kehittäjien ei ole tarpeen kantaa huolta ohjelmistonsa skaalautuvuudesta tai lisääntyneestä tehotarpeesta käyttäjämäärien kasvaessa, sillä alustaa voidaan tarpeen mukaan joustavasti laajentaa. (Platform as a Service 2011.)

PaaS:n asiakkaana ei enää kehitetä kokonaista järjestelmää, vaan ainoastaan osaa siitä. Loput käytännössä vuokrataan palveluntarjoalta. Tämä saattaa osaltaan auttaa nopeuttamaan sovelluksen valmistumista, koska suuri osa sovellutuksesta on kehityksen aloittamisen vaiheessa jo valmiina. Tästä syystä voidaankin ajatella, että tässä mallissa järjestelmäosaamisen kustannukset jaetaan asiakkaiden kesken. Alustan ominaisuudet toki ovat määräävässä asemassa sen suhteen minkä tyyppisiä sovelluksia sillä on mahdollista kehittää. Jokainen alusta on suunnattu sopivaksi ainoastaan tietynlaisia tarpeita varten. PaaS:n varaan rakennetut sovellukset on mahdollista skaalata muuttuvan käyttäjämäärän mukaan.

PaaS:n käytöllä on mahdollista minimoida oman IT-henkilökunnan tarve, sillä palvelinten lisäksi myös järjestelmäarkkitehtuuri toimitetaan osana hankittua palvelua. Toisaalta tämä tarkoittaa suuria säästöjä, mutta toisaalta sen voidaan myös ajatella vähentävän omia kontrollointimahdollisuuksia. PaaS-alusta ovat lisäksi rajapintojen, työkalujen sekä joskus myös kieltensä suhteen uniikkeja, joten sovelluksen siirtäminen alustalle tai alustasta toiseen saattaa hyvin suurella todennäköisyydellä vaatia runsasta ohjelmakoodin uudelleenkirjoittamista ja alustalle tarkoitetut sovellukset ovatkin tiukasti sidottuja alustaan ja sen olemassaoloon. Tästä syystä onkin selvää, että palvelua tarjoavan palveluntarjoajan lopettaessa toimintansa, ovat sille tehdyt sovellukset vakavissa ja mahdollisesti jopa ylitsepääsemättömissä ongelmissa. (Platform as a Service 2011.)

2.3.3 IaaS (Infrastructure as a Service)



Kuva 3. IaaS-palvelumalli (SaaS 2011c.)

IaaS eli Infrastructure as a Service -palvelumallilla tarkoitetaan mallia, jossa organisaatio ulkoistaa tallennukseen, rautaan, palvelimiin ja tietoverkkoihin liittyvän laitteiston. Eli malli tarjoaa datakeskuksen, infrastruktuurin sekä rauta- ja ohjelmistoressurit Internetin yli asiakkaalle. Palveluntoimittaja omistaa laitteistot ja on vastuussa niiden vaatimista tiloista, toiminnasta ja ylläpidosta. Asiakas maksaa palvelun käytöstä normaalisti käytön perusteella. IaaS-palvelumallista saatetaan myös käyttää termiä HaaS (Hardware as a Service). (What is Infrastructure as a Service (IaaS) 2011.)

2.4 Tietoturva

Pilvipalvelut on niin uusi käsite, että yritysten IT-henkilökunnan ja hallinnon kannattaa käyttää erityistä tarkkaavaisuutta kyseisten palvelun käyttöä omin tarkoituksiinsa verkkojen turva-arkkitehtuurin näkökulmasta katsoen. Moni suhtautuukin epäilevästi yrityksen ajatukseen, että oma data/informaatio luovutettaisiin ulkopuolisten käsiin säilytettäväksi. Pervilän tekstin mukaan IBM on huolissaan pilvipalvel-

luiden tietoturvasta. Yritykset ottavat jatkuvasti käyttöön uusia pilvipalveluja sekä sovellutuksia, mutta eivät useinkaan ajattele tai kanna huolta siitä miten niiden tietoturvallisuudesta on huolehdittu. IB:n mukaan pilven ei tarvitse tietoturvan osalta olla täysin pomminvarma, vaan yrityksen kannattaa enneminkin miettiä sitä onko riskien mitoituksesta huolehdittu riittävällä tasolla. Pilven turvallisuuden sijaan kannattaa enneminkin miettiä sitä kestääkö yritys pilven mukanaan tuomat riskit.

Onkin tärkeää, että palveluiden ostaja kykenee luottamaan palveluiden tarjoajiin. Tämän lisäksi asiakkaiden on myös pystyttävä hyväksymään se tosiasia, että palveluntarjoajat eivät halua auttaa rikollisia paljastamalla kaikkia mahdollisesti käytössä olevia turvatoimia, joihin/jotka palveluntarjoaja on pystynyt/kyennyt toteuttamaan. Tekstin mukaan pilvipalveluita tarjoavilla yrityksillä on yksittäisiä yrityksiä paremmat mahdollisuudet ja keinot huolehtia tietoturvasta. Ammattilaisten tekemät turvapalvelut pilvien suojaamiseksi tarjoavat paremman suojan yritysverkostoille kuin asiakkaiden omat luomukset. Yritysten onkin opittava elämään pilven riskimahdollisuuksien kanssa. (Pervilä 2011.)

Pilvipalveluita käytettäessä informaatiota siirretään jatkuvasti palveluntarjoajan ja organisaation paikallisen tietokoneen välillä, jota onkin mahdollista kolmannen osapuolen päästä mahdollisesti luvottomasti tarkastelemaan. Informaation siirtämisessä julkisen Internet-yhteyden yli on myös muitakin riskimahdollisuuksia. Mahdollisia riskejä ovat esimerkiksi sessioiden kaappaaminen, tiedon muuttuminen matkalla tai Man-in-the-middle-hyökkäys. Useimmat pilvipalveluita tarjoavista organisaatioista tarjoaa kuitenkin vähintään SSL-salausta. Onkin ehdottoman tärkeää varmistaa, että pilvitoimittajan ja käyttäjän välinen tiedonsiirto tapahtuu luotetusti ja turvallisesti.

Koska suurin osa informaatiosta pilvipalveluja käytettäessä säilytetään palveluntarjoajan datakeskuksissa ei siellä sijaitsevaan informaatioon ole asiakkaalla ja sen henkilöstöllä niin sanottua fyysistä pääsyä, joten vastuu ja huolenpito sen tietoturvallisuudesta kuuluu palveluntarjoajalle. Asiakas ei myöskään voi tehdä oikeastaan mitään, jos jotakin sattuu mahdollisesti menemään vikaan. Tämä tuo mukanaan monenlaisia erilaisia riskimahdollisuuksia. (Concept.10 2011.)

Palveluntarjoajan onkin monella eri tavalla tarjottava asiakkaidensa informaatiolle tarpeellinen suojaustaso. Concept.10:n mukaan asiakkaiden informaatio onkin osasto-

tava ja eristettävä muusta tiedosta. Tietoturvarikosten estämiseksi asiakkaiden informaatio on hyvä myös salata, kun se tallennetaan palveluntarjoajan datakeskusten järjestelmiin. Lisäksi sen varmistamisesta on huolehdittava asianmukaisesti, jotta asiakkailla on pääsy informaatioonsa myös ongelmallisten olosuhteiden vallitessa. Asiakkaiden on tärkeä huomioida tämä yksityiskohta tehdessään sopimusta palveluntarjoajan kanssa.

Pilvipalveluita tarjoava organisaatio ja sen käyttämät datakeskukset saattavat sijaita missä päin maailmaa tahansa ja isoimmat palveluntarjoajat ovatkin hajauttaneet toimintansa useaan eri maahan. Useassa tapauksessa on mahdollista ettei asiakasyritys aina edes tiedä missä kaikkialla sen tietoja fyysisesti säilytetään. Tämän lisäksi lainsäädäntö saattaa poiketa rajustikin valtiosta toiseen ja joissain niistä saattaa myös paikallisilla tiedusteluviranomaisilla olla pääsy niihin, ja tarkistaa mitä informaatiota palveluntarjoajan datakeskusten palvelimilla säilytetään sekä lisäksi kyky seurata asiakkaan ja palveluntarjoajan välistä verkkoliikennettä. Mahdollisen tietoturvarikoksen sattuessa on myös mahdollista, että asiakkaan omassa sijaintivaltiossa tapahtuneen rikoksen tutkinta voi osoittautua hankalaksi ellei käytetyn palveluntarjoajan valtion lainsäädäntö tarjoaa mahdollisuutta suorittaa tutkintaa samalla tavalla kuin se suoritettaisiin asiakkaan omassa kotivaltiossa. Concept.10 huomauttaa, että lain kirjaimen kannalta ajateltuna voi tutkinnan suorittamisessa ilmetä vaikeuksia myös Suomessa. Palveluntarjoajan datakeskusten palvelimilla on paljon tietoa, joka liittyy muihin asiakkaisiin ja tutkinta eroaa verrattuna tilanteeseen, jossa tarvittava informaatio sijaitisi asiakkaan omalla palvelimilla asiakkaan omissa tiloissa.

Suurimmiksi ongelmiksi nostetaan tietämättömyys, ylläpitäjien juridisen tiedon puuttuminen ja välikäsien sekä tarvittavien henkilöiden määrän lisääntyminen. Pilvestä ei ole mahdollista irroittaa vain yhtä fyysistä osaa ja viedä sitä viranomaisten omaan laboratorioon tutkittavaksi tarkemmin. Tämän lisäksi on otettava vielä huomioon se, että palveluntarjoajan asiakkailta saattaa olla omia asiakkaita ympäri maailmaa. Heitä velvoittaa erilainen lainsäädäntö ja asiakkaiden sopimuksiin voi olla listattu erilaisia vaatimuksia joiden täyttämistä pilvipalveluita käyttävän asiakkaan pitäisi jollain tavoin pystyä varmistumaan.

Pilvimalliin siirrytään usein edullisuuden ja ylläpidon sekä saatavuuden helppouden johdosta. Voidaan myös ajatella, että tietoturvallisuuden kannalta siirtyminen pilvimalliin voi olla järkevää jossain tapauksissa. Palveluntarjoajat ovat suuria organisaatioita, joilla on huomattava määrä alan ammattilaisia eli resursseja käytettävissään. Palveluntarjoajien on pakosti otettava tietoturvaluuteen liittyvät asiat vakavasti ja panostaa, koska riskit ovat suuret. Palveluntarjoaja kohtaakin päivittäin erilaisia tietoturvaohjelmia. Koska tietoturvaluuteen liittyvät asiat on siirretty palveluntarjoajan vastuulle, on se pois asiakkaan omista huolenaiheista. Pilvessä on todennäköisimmin tarjottavan erilaisia tietoturvaa parantavia palveluita, kuten keskitetysti hallittavat tietoturvaohjelmistot sekä tiedon salaukseen ja varmentamiseen liittyviä palveluita. Jos esimerkiksi kaikki paikallisesti sijaitseva informaatio varmuuskopioidaan pilveen, on kaikki palautettavissa vaikkapa toimiston ja laitteiden tulipalossa palamisen jälkeen. Tilataan vain uudet laitteet ja otetaan yhteys pilveen, jossa informaatio sijaitsee. (Concept.10 2011.)

2.5 Käytettävyys

Ehdottomasti ehkä tärkeimmistä asioista tietoturvallisuuden lisäksi on tiedon varmentaminen ja tämän myötä palvelun käytettävyys. Informaation ja palvelun käytön varmistamiseksi on informaatio varmistettava ja sen palautus on tehtävä mahdolliseksi. Mikäli informaatiota syystä tai toisesta pääsee katoamaan ei asiakkaan ole mahdollista pyytää lähintä mikrotukihenkilö palauttamaan kadotettua informaatiota vaan hän on velvoitettu ja pakotettu noudattamaan käytetyn palveluntarjoajan asettamia tapauskäytäntöjä. Todennäköistä onkin, että asiakkaiden suuresta määrästä joutuessaan voi hän joutua odottamaan tietojen palausta. On otettava huomioon ettei pilvimallin tapauksessa pelkkä informaation varmentaminen toisille medioille ole riittävä varmennuksen taso. (Concept.10 2011.)

Palveluntarjoajat sitoutuvat sopimuksissaan omalta osaltaan eri tavoin tiettyyn palvelun tasoon, mutta yksikään ei ota, eikä pystykään ottamaan, vastuuta yhteyksien toimivuuden tasosta. On nimittäin otettava huomioon, että Internet-yhteydet kärsivät väliajoin ongelmista. Esimerkiksi, voidaan olettaa, että palvelunestohyökkäyksiä tapahtuu päivittäin ympäri maailmaa ja aina onkin mahdollista, että se sattuu jossain

vaiheessa myös oman palveluntarjoajan kohdalle. Todellisuudessa pilvipalveluntarjoajat ovatkin erittäin suosittuja, haastavia ja kiinnostavia tietoturvahyökkäysten kohteita. Kun otetaan huomioon, että liiketoiminnan kannalta kriittiset palvelut on viety pilveen, tulevat pienetkin katkokset aiheuttamaan ongelmia yrityksen päivittäisessä toiminnassa.

Asiakkaiden onkin järkevää varmistaa tietoliikenneyhteyksien toiminta kahdennetuilla yhteyksillä tai vähintään varayhteydellä, joka on mahdollista ottaa käyttöön ensisijaisen tietoliikenneyhteyden katketessa tai toimiessa ei-toivotulla tavalla. Pilvipalveluntarjoajat tekevätkin yleensä kuitenkin parhaansa tietoliikenneyhteyksien toimivuuden varmistamiseksi. Ei olekaan epätavallista, että pilven palvelut ovat saavutettavissa ja käytettävissä eri yhteyksien kautta. Usein datakeskukset myös tukevat toisiaan. Esimerkiksi Yhdysvaltoihin sijoitetun datakeskuksen kokiessa ongelmia, voi Euroopan mantereella sijaitseva datakeskus ottaa sen paikan ja tarjota samoja palveluja. (Concept.10 2011.) Tällaisessa tapauksessa pitää kuitenkin muistaa ottaa huomioon eri valtioiden väliset erot lainsäädännössä.

3 GOOGLE APPS FOR BUSINESS JA OFFICE 365

3.1 Google Apps For Business

Yhdysvaltalainen hakukonejättiläinen eli Google tarjoaa yrityksille omaa Google Apps For Business -palveluaan. Alle kymmenen käyttäjän organisaatiot voivat käyttää tätä ilmaiseksi. Palvelu pitää Googlen puolesta sisällään sähköpostin, kalenterin, Google-dokumentit, Google-ryhmät, Google-sivustot ja Google-videot. (Google 2011a.)

Sähköposti yrityksille

Googlen Gmail -sähköpostipalvelu sisältää Google Apps Business -paketissa jokaiselle käyttäjälle 25 gigatavua tallennustilaa sähköposteja varten. Yhtiön mukaan tä-

mä on keskimäärin 50 kertaa enemmän kuin alalla keskimäärin tarjotaan. Ilmaista Google Apps -palvelua käyttämällä tilaa on saman verran kuin normaalilla käyttäjälläkin. Yhtiön mukaan Gmail toimii suojatussa verkossa ja sitä on mahdollista käyttää työpaikalla työpöydän ääressä, matkalla, kotona ja vaikka matkapuhelimella Offline-tilassa. Lisäksi se toimii yhteen Outlookin ja Blackberryn kanssa, joten käyttäjän on mahdollista käyttää entuudestaan tuttua sähköpostin käyttöliittymää, kunnes on valmis ottamaan Gmailin kaikkine ominaisuuksineen kokopäiväiseen käyttöön. Gmail sisältää yhtiön mukaan Postinin tarjoaman tehokkaan roskapostin suodatuksen, joka tarjoaa työkalut myös roskapostisuojausten asetuksien muokkaamiseen. (Google 2011b.)

Google-kalenteri

Google Apps for Business sisältää kalenterin. Yhtiön mukaan kyseessä on verkkopohjainen kalenterisovellus, jonka avulla on mahdollista tarjota yrityksen työntekijöille tehokas yhteistyö sekä auttaa omalta osaltaan minimoimaan tietotekniikkaan liittyvää työtä yrityksessä ja minimoida kustannuksia. (Google 2011c.)

Google-dokumentit

Googlen mukaan käyttäjät voivat muokata verkkopohjaista asiakirja-, laskentaulukko- tai esitystiedostoa samanaikaisesti, joten käyttäjien käytössä on aina uusin versio kyseessä olevasta dokumentista. Google-dokumentit toimivat suojatussa verkossa, joten käyttäjä voi tehdä työtään työpöytänsä ääressä tai matkalla, kotona tai matkapuhelimella sekä lisäksi vaikkapa Offline-tilassa. Google-dokumentit toimivat Internet-selaimessa, joten sen käyttö on mahdollista PC-, Mac- ja Linux -tietokoneilla. Lisäksi se tukee suosituimpia tiedostomuotoja, kuten esimerkiksi .doc, .xls, .ppt ja .pdf. Käyttöoikeuksien hallinnasta huolehtivat järjestelmänvalvojat, joiden on mahdollista hallita koko käytössä olevan järjestelmän tiedostojen jakolupia. Asiakirjojen haltijat voivat puolestaan antaa tai peruuttaa tiedostojen käyttöoikeuden koska tahansa. (Google 2011d.)

Google-ryhmät

Google-ryhmiä on mahdollista käyttää postituslistana tai kalenterien, asiakirjojen, sivustojen ja videoiden jakamiseen muiden työntekijöiden kanssa. Käyttäjä voi itse lisätä ja poistaa käyttäjiä ryhmästä ja hallita sitä ketä sisältöä voi käyttää. Ryhmiä on valvonnan lisäksi mahdollista olla valvomatta. Ryhmien jäsenillä on lisäksi mahdollisuus itse päättää siitä haluavatko he saada yksilöllisiä viestejä, päivittäisiä yhteen-vetoja ryhmän tapahtumista tai sähköpostia ryhmältä ollenkaan. (Google 2011e.)

Google-sivustot

Google-sivuston avulla on Googlen mukaan helppo luoda suojattuja verkkosivuja yrityksen sisäiseen Intranet-palveluun sekä tiimiprojekteihin. Sivustoja voidaan käyttää esimerkiksi asiakirjojen, laskentataulukoiden, esitysten, videoiden ja diasarjojen keskitettyyn esittämiseen ja hallintaan. Sivustoja on mahdollista käyttää milloin ja missä tahansa oli sitten oman työpöytänsä ääressä, matkalla jossain tai kotona. Myös matkapuhelimen avulla tapahtuva käyttö on mahdollista. Google-sivustot toimivat eri Internet-selaimilla PC-, Mac- tai Linux –käyttöjärjestelmällä varustetussa tietokoneessa. Yrityksen IT-ympäristön järjestelmänvalvojien on mahdollista hallita koko yrityksen sivustojen jakamislupia. Asiakirjojen laatijat voivat antaa sekä peruuttaa tekemiensä tiedostojen käyttöoikeuksia koska tahansa. (Google 2011f.)

Google-videot

Google Apps for Business –palvelun videoratkaisu säilöö ja suoratoistaa videot, joten työntekijöiden ei tarvitse jakaa videoita sähköpostin välityksellä tai saada yrityksen sisäisen IT-osaston tukea niiden jakamiseen ja esittämiseen. Videot jaetaan suojatusti yrityksen muiden työntekijöiden kanssa. Videopalvelua on mahdollista käyttää mistä ja milloin tahansa. Videot toimivat myös Internet-selaimen kautta PC-, Mac- tai Linux –käyttöjärjestelmällä varustetussa tietokoneessa. (Google 2011g.)

3.2 Office 365

Office 365 on pilvipalveluna tarjottava ohjelmistopaketti, joka pitää sisällään ohjelmistojätti Microsoftin tutut Office-tuotanto- sekä yhteistyötyökalut, kuten sähköpos-

tin, verkkokokoustoiminnot ja kalenterit. Yhtiö tarjoaa palveluaan useassa erikokoisessa organisaatioille suunnatussa palvelupaketista ammatinharjoittajista sekä pienyrityksistä aina monikansallisiin suuryrityksiin asti. (Microsoft 2011a.)

Office Professional Plus

Office Professional Plus on saatavilla tietyissä Office 365 –palvelupaketeissa ja tarjoaa Office –toimisto-ohjelmistopakettien työkalut. Hinta määräytyy käytön mukaan. Palvelu sisältää täyden, yritystason käyttöön tarkoitetun, Office-paketin, josta on aina käytössä viimeisin versio. Usean työntekijän on mahdollista samanaikaisesti muokata yhtä tiedostoa. Näin ei tarvita useita eri tiedostoversioita. Office Professional Plus sisältää lisäksi videonmuokkaukseen ja kuvankäsittelyyn tarkoitetut työkalut. (Microsoft 2011b.)

Exchange Online

Office 365:n ansiosta on mahdollista käyttää sähköpostia, kalenteria ja yhteystietoja melkein missä ja milloin tahansa, jos käytössä on tietokone, puhelin ja selain. Exchange Online tarjoaa jokaiselle organisaation käyttäjälle 25 gigatavun sähköpostilaatikon ja mahdollisuuden maksimissaan jopa 25 megatavun kokoisten sähköpostiviestien lähettämisen. Siihen on mahdollista muodostaa yhteys Outlook 2007- tai 2010 -toimistopakettien avulla ja käyttää palvelua Offline-tilassa Internetin välityksellä kotoa käsin, toimiston pöytäkoneelta tai mistä tahansa. Kalentereita on Google Apps for Business -palvelun kalenterin tapaan mahdollista jakaa ja niitä on mahdollista tarkastella rinnakkain sekä tarkistaa muiden vapaat ajat tai ehdotetut kokousajat. Lisäksi roskapostisuodattimia ja virustorjuntaohjelmia sisältävä Microsoftin Forefront Online Protection for Exchange on suojaamassa organisaatiota ja sen käyttäjiä mahdolliselta roskapostilta ja eri virustartunnoilta. (Microsoft 2011c.)

Sharepoint Online

SharePoint Online antaa mahdollisuuden luoda asiakirjoja ja muita tiedostoja sisältäviä sivustoja sekä niiden jakamisen työtovereiden ja asiakkaiden kesken. SharePoint Onlinen avulla voidaan siis luoda, muokata ja hallita yrityksen sisäisiä Intranet- ja

ryhmäsivustoja. Työntekijä voi lisäksi tallentaa tiedostoja, sisältöä, linkkejä sekä yhteystietoja omiin Omat sivustot -sivustoonsa ja hallita niitä. Palvelun avulla on myös mahdollista käyttää asiakirjoja Offline-tilassa (SharePoint Workspace). (Microsoft 2011d.)

Lync Online

Office 365 -paketti sisältää Lync Online -viestintäpalvelut pilvipalveluna. Microsoftin mukaan ne tarjoavat uusia tapoja ihmisten yhdistämiseen paikasta riippumatta sekä IT-järjestelmänvalvojia valvomaan loppukäyttäjien oikeuksia ja käytäntöjä. Lync Onlinen avulla on mahdollista muodostaa yhteyksiä muiden kanssa pikaviestillä, videopuheluilla ja verkkokokouksilla. Verkkokokouksessa on videon ja äänen lisäksi myös näytön jakamisen mahdollisuus. Asiakkaille ja työtovereille on mahdollista näyttää reaaliaikaisia esityksiä, joissa mukana ääni, video, näytön jakaminen ja luonnoslehtiö. (Microsoft 2011e.)

Office Web Apps

Office Web Appsin avulla on mahdollista tarkastella ja jakaa sekä muokata Word-, Excel-, PowerPoint- tai OneNote -työpöytäsovelluksilla luotuja asiakirjoja verkon välityksellä käytettävillä Microsoftin Office Web Apps -selainsovellutuksilla. Microsoftin mukaan käyttäjien ei tarvitse opetella uusia asioita, koska verkkoympäristössä tarjottavat muokkaus- ja muotoiluminaisuudet ovat suurimmaksi osaksi tuttuja jo entuudestaan Microsoft Office -ohjelmistopakettia käyttäville käyttäjille. Office-asiakirjoja on mahdollista tarkastella myös tuetuista mobiiliselaimista. (Microsoft 2011f.)

3.3 Eri ratkaisujen välinen vertailu

Pitää muistaa, että näiden palveluiden käytön tapauksessa asiakkaan data säilytetään muualla kuin yrityksen omien datakeskusten palvelimilla, jotka eivät lisäksi kuulu Suomen lainsäädännön pariin. Google Apps on saatavissa maksimissaan kymmenen käyttäjän käyttöön ilmaiseksi. Tässä tapauksessa Gmail-sähköpostipalvelu antaa jo-

kaiselle käyttäjälle normaalin noin seitsemän gigatavun tilan sähköpostiviesteille. Maksullisessa muodossa jokainen käyttäjä saa 25 gigatavua tilaa sähköposteilleen. Microsoftin Office 365 puolestaan on aina maksullinen palvelu. Molemmat palvelut sisältävät samat ominaisuudet, mutta kummankin yrityksen omilla työkaluilla. Microsoftin Office 365 –pilvipalvelu hyödyntää jo monissa yrityksissä käytössä olevaa Office-toimistosovellutusta ja sen käytön moni taitaa jo tästäkin syystä. Molemmat ratkaisut sopivat varmasti niin pienelle kuin isollekin yritykselle, mutta Google-sovellutuksien käyttöönotto voi olla helpointa aloittavalle yritykselle tai muulle organisaatiolle, koska tällöin ei välttämättä ole jo olemassa olevia dokumentteja, jotka olisi erikseen muunnettava Google-sovellutusten vaatimaan muotoon ja esimerkiksi vaativampaan taulukkolaskentaan Microsoftin tarjoama työkalu on oman kokemukseni mukaan ehkä monipuolisempi kuin Googlen vastaava. Oman kokemukseni mukaan Google Apps For Business on hallinnoinnin puolesta ehkä yksinkertaisempi ratkaisu. Molemmat palveluntarjoajat lupaavat palvelulleen saman 99,9 prosentin käyttöaikatakuun.

Molempien yhtiöiden tarjoamissa pilvipohjaisissa ratkaisuissa pitää asiakasyrityksen organisaation sisältä kuitenkin löytyä vähintään yksi pääkäyttäjä, joka hoitaa palveluiden hallinointiin liittyvät asiat. Kummankin yhtiön ratkaisut on kuitenkin mahdollista hankkia myös yhtiöiden valtuuttamien jälleenmyyjien kautta, jolloin nämä ovat vastuussa hallinointiin liittyvistä asioista ja mahdollisista ongelmakohdista. Samalla tämä toki tarkoittaa myös sitä, että tästä palvelusta on valtuutetulle jälleenmyyjälle maksettava sen pyytämä palkkio. Yksi tällaisista on esimerkiksi myöhemmin tässä työssä esiteltävä DNA Toimisto.

Google tarjoaa Google Apps for Business –palvelun asiakkaille kahta eri hinnoitteluvaihtoehtoa. Joustavassa hinnoitteluvaihtoehdossa asiakas voi lisätä ja poistaa käyttäjätilejä joustavasti milloin tahansa tarpeidensa mukaisesti. Hinta käyttäjätiliä kohden on 4 euroa kuukaudessa eli yhteensä 48 euroa vuodessa yhden käyttäjätilin osalta. Tässä mallissa asiakas maksaa palvelun käytöstä aina kuun lopussa. (Google 2011h.)

Vuosipohjaisessa hinnoitteluvaihtoehdossa asiakas sitoutuu käyttämään Google Apps –palvelua yhden vuoden mittaisen jakson ajan. Sitoumuksensa vastineeksi asiakas maksaa alennetun 40 euron hinnan yhtä käyttäjätiliä kohden vuositasolla. Käyttäjää

voi tässäkin hinnoitteluvaihtoehdossa lisätä milloin tahansa asiakas itse niin haluaa. Jokaisen kuukauden lopulla asiakkaalta veloitetaan osa vuosimaksusta. Google määrittelee yhdeksi käyttäjätiliksi yhden sähköpostilaatikon. Verkkotunnusten lukumäärällä ei ole vaikutusta hinnoitteluun. (Google 2011h.)

Microsoft tarjoaa Office 365 –palvelua kolmena palvelupakettina, joista ensimmäinen on tarkoitettu ammatinharjoittajille ja pienyrityksille, ja toinen puolestaan keskisuurille ja suurille yrityksille. (Microsoft 2011h.) Kolmas paketti on tarkoitettu oppilaitoksille. Office 365 oppilaitoksille –paketti pitää sisällään Office-työpöytäohjelmiston, johon on liitetty Microsoftin yhteydenpito- ja ryhmätyöpalvelut. Koska saatavilla ei ole nimenomaan oppilaitoksille tarkoitettua palvelupakettia, tarjoaa yhtiö 30 päivän koeajalla kokeiltavaksi palvelupakettia E3, joka muistuttaa oppilaitoksille tarkoitettua pakettia. Kokeiluversiota ei ole mahdollista muuntaa oppilaitoksille tarkoitettua palvelupaketin tuotantoversioon. (Microsoft 2011m.)

Ammatinharjoittajille ja pienyrityksille (palvelupaketti P) tarkoitettua ja kuukausitilauksella varustettua palvelupaketin hinta on 5,25 € per käyttäjä per kuukausi. (Microsoft 2011h.) Paketti on tarkoitettu enintään 25 työntekijän organisaatioille, joilla ei ole tarvetta omalle IT-henkilöstölle ja jotka haluavat perustason sähköposti-, kalenteri- ja verkkosivustopalvelut. Paketissa lisäksi mukana maksuton verkkoyhteistötuki. (Microsoft 2011i.)

Keskisuurille ja suurille yrityksille tarkoitettu Office 365 sisältää erilaisia vaihtoehtoja edellä mainittujen yritysten tarpeisiin. Palvelupakettien hinta vaihtelee 9-25,50 € välillä kuukaudessa. Kaikille palvelupaketeilleen yhtiö lupaa 99,9 prosentin käytettävyydestä. (Microsoft 2011k.)

Suurten yritysten palvelupaketit			
E1	E2	E3	E4
9,00 € käyttäjältä / kk	14,25 € käyttäjältä / kk	22,75 € käyttäjältä / kk	25,50 € käyttäjältä / kk

Taulukko a. Suurille yrityksille tarkoitettujen palvelupakettien hinnat (Microsoft 2011j.)

Palvelupaketti E1 on käyttäjille, jotka tarvitsevat työssään PC-tietokoneilla, verkossa ja mobiililaitteilla käytettävissä olevia viestintä- ja yhteistyötyökaluja. Palvelupaketti E2 on käyttäjille, jotka edellisten lisäksi tarvitsevat mahdollisuuden käsitellä Office-asiakirjoja verkossa Office Web Apps –sovelluksilla. Palvelupaketti E3 on yhtiön mukaan paras vaihtoehto sellaisille käyttäjille, jotka tarvitsevat Office-ohjelmistopakettien ja Office Web Apps –sovellutusten sisällään pitämät tuottavuuteen, viestintään ja yhteistyöhön tarkoitettut työkalut. Viimeisenä palvelupaketti E4. Se on tarkoitettu käyttäjille, jotka tarvitsevat yhtiön mukaan Office-ohjelmistopakettien ja Office Web Apps –sovellutusten edellisen paketin sisällön lisäksi paikalliset palvelinoikeudet yritystason ääniominaisuuksia varten. (Microsoft 2011k.)

Paketit työntekijöille, joilla ei omaa työasemaa	
K1	K2
3,57 € käyttäjältä / kk	9,00 € käyttäjältä / kk

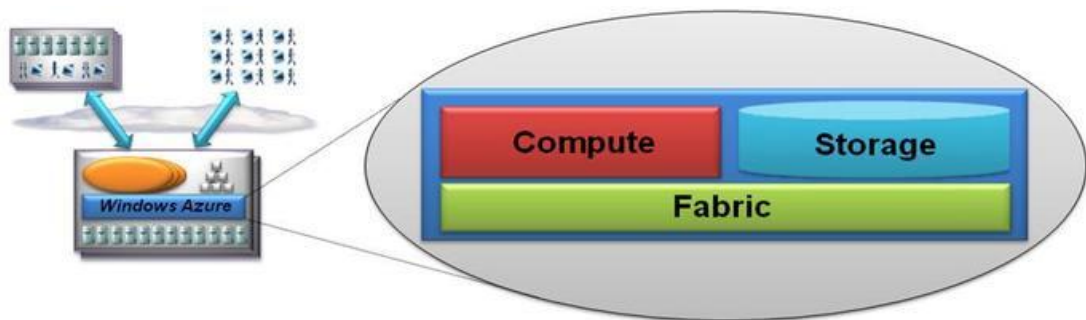
Taulukko b. Ilman omaa työasemaa tarkoitetuille työntekijöille suunnattujen palvelupakettien hinnat (Microsoft 2011j.)

Microsoftin mukaan suuryrityksistä saattaa löytyä käyttäjiä, joita kutsutaan liikkuviksi työntekijöiksi ja joilla ei yrityksen sisällä ole omaa henkilökohtaista työasemaa käytettävissä. Nämä palvelupaketit onkin suunnattu esimerkiksi nimenomaan myymälä- ja vuorotöntekijöille, jotka oman henkilökohtaisen työaseman sijasta käyttävät samaa jaettua tietokonetta. (Microsoft 2011j.) Näitä palvelupaketteja on kaksi erilaista. Palvelupaketti K1 on suunnattu käyttäjille ilman omaa tietokonetta, mutta tarvitsevat toisinaan pääsyn sähköpostiin ja yrityksen sisäisiin sivustoihin sekä tarkastelemaan Office-asiakirjoja verkossa. Palvelupaketti K2 sisältää edellä mainitun paketin ominaisuuksien lisäksi myös Office-asiakirjojen perustason muokkauksen verkossa. (Microsoft 2011l.)

4 MICROSOFT WINDOWS AZURE PLATFORM, AMAZON WEB SERVICES JA GOOGLE APPS ENGINE

4.1 Microsoft Windows Azure Platform

Ohjelmistojätti Microsoftin kehittämä Windows Azure on PaaS-pilvimalliin pohjautuva pilvipohjainen sovelluspalvelu. Yksinkertaisesti sanottuna kyseessä on paikallisesti asennetun Windowsiin, SQL Serveriin ja .NET-ympäristöön pohjautuvan sovellusalan vastineesta pilvessä. Kyseisessä pilvimallissa palvelun käytöstä laskutetaan kuukausittain ja palvelinresurssit skaalautuvat tarvittaessa rajattomasti. (Sininen meteoriitti 2011.)



Kuva 4. Windows Azure –toimintakaavio (Windows Azure 2011.)

Yllä esitetyn kuvan mukaisesti Compute-palvelussa ajetaan sovelluksia ja Storage-palvelu taas huolehtii datan tallennuksesta. Kolmas kuvassa oleva komponentti eli Windows Azure Fabric, tarjoaa tavan hallinnoida ja tarkkailla sovelluksia, joita pilvipalvelussa suoritetaan. (Windows Azure 2011a.)

4.1.1 Windows Azure

Windows Azure on pilvikäyttöjärjestelmä, joka toimii yhtiön mukaan Windows Azure Platform –alustan kehitys-, palveluntarjonta- ja hallintaympäristönä. Fyysinen rauta (laitteisto) ja tallennustila ovat Microsoftin pilvessä ja näitä käytetään laskenta-resurssien ja levytilan tarjoamiseen. Lisäksi jokaista sovelluksen instanssia tarkkailaan saatavuuden ja skaalattavuuden näkökulmasta katsottuna. Hallinnointi tapahtuu automaattisesti. Windows Azure toimii Microsoftin omissa datakeskuksissa. On tär-

keää huomauttaa, että kehittäjä ei voi sisällyttää Windows Azure –alustalle omaa virtualikoneen levynkuvaa ajettavaksi vaan järjestelmä itse tarjoaa ja ylläpitää oman virtualikoneasennuksensa. (Windows Azure 2011a.)

Windows Azure -sovellusalustalle voi kehittää ja ajaa esimerkiksi ,NET-, Ruby-, Java- ja PHP -kielillä tehtyjä sovelluksia. Microsoftin mukaan asiakkaalla on täysi päättäväisyyttä siitä missä ja miten asiakkaan tietoja käsitellään ja säilytetään. Asiakas voi yhdistellä pilvipohjaisia ratkaisuja perinteisiin järjestelmiin. (Microsoft 2011g.) Windows Azure –alusta tarjoaa laskentakapasiteetin lisäksi levytilaa, relaatiotietokantoja ja integrointipalveluja. Windows Azure –ympäristössä ajetaan sovelluskokonaisuuksia, jotka koostuvat useista virtuaalikoneista. (Tietokone 2011.)

Virtuaalikoneen koko	Suoritintimien määrä	Muistin määrä	Kustannus per tunti
Extra Small	Jaettu	768 MB	0,0284 €
Small	1	1,75 GB	0,0852 €
Medium	2	3,5 GB	0,1703 €
Large	4	7 GB	0,3405 €
Extra Large	8	14 GB	0,6809 €

Taulukko c. Microsoft Windows Azure –virtuaalikoneiden hinnoittelumalli. (Windows Azure 2011d.)

Yllä oleva taulukko sisältää pelkistettynä jokaisen instanssikoon tarjoamat resurssit. Jokainen Windows Azure –instanssi tässä tapauksessa tarkoittaa virtuaalista palvelinta. Windows Azuressa laskutetaan vaikka sovellusta ei käytettäisi, sillä instanssit on edelleen allokoitu asiakkaan käyttöön eikä niitä näin ollen voida vapauttaa muiden asiakkaiden käyttöön. (Windows Azure 2011b.)

4.1.2 SQL Azure

Microsoft SQL Azure on skaalautuva pilvipohjainen tietokantapalvelu, joka on rakennettu yhtiön oman SQL Server -tuotteen ympärille. SQL Azuren käytön avulla

kehittäjien ei ole tarvetta itse asentaa, ottaa käyttöön, hallita tai päivittää mitään ohjelmistoja. (Windows Azure 2011c.)

Tietokannan koko	Web Edition	Business Edition
Maksimissaan yhden gigatavun relaationaalinen tietokanta	7,085 € / kk	-
Maksimissaan 5 gigatavun relaatiotietokanta	35,4246 € / kk	-
Maksimissaan kymmenen gigatavun relaatiotietokanta	-	70,913 € / kk
Maksimissaan 20 gigatavun relaatiotietokanta	-	141,8259 € / kk
Maksimissaan 30 gigatavun relaatiotietokanta	-	212,7388 € / kk
Maksimissaan 40 gigatavun relaatiotietokanta	-	283,6517 € / kk
Maksimissaan 50 gigatavun relaatiotietokanta	-	354,5646 € / kk

Taulukko d. SQL Azure –tietokantojen hinnoittelumallit. (Windows Azure 2011d.)

SQL Azuressa hyödynnetään joustavaa tilauspohjaista hinnoittelumallia. SQL Azure –palvelu on mahdollista ostaa itsenäisesti tai yhdessä Microsoftin muiden Windows Azure Platform –alustan tuotteiden kanssa. Sovelluksia varten on mahdollista hankkia useita eri SQL Azure –tietokantoja. Microsoft tarjoaa tietokantoja Web- ja Business- versioina. Yksittäinen Web-version tietokanta on mahdollista kasvattaa viiteen gigatavuun asti ja Business-version tietokanta puolestaan on tuettuna aina 50 gigatavuun asti. (Windows Azure 2011c.)

4.1.3 Windows Azure Storage

Windows Azure –varastopalvelu eli Azure Storage tarjoaa yhtiön mukaan turvallista, skaalautuvaa varastotilaa pilvestä. Varastopalvelu pitää sisällään BLOB (Binary Large Object)-, Table-, Queue- ja Windows Azure Drive –palvelut. BLOB (Blobit) on yksinkertaisin tapa varastoida tekstiä tai binäärimuotoista dataa Windows Azureen. (Windows Azure Storage a 2011.) Kyseessä on yksinkertainen rajapinta tiedostojen käsittelyyn (maksimissaan yksi teratavu per tiedosto). Tablet-palvelu eli taulut, on strukturoitu tallennustila datalle (ei relaatiomallia). Queue eli jonot, on Azure-

sovellusten väliseen viestinvälitykseen tarkoitettu palvelu. Windows Azure Drive puolestaan tarkoittaa pysyvää, instanssien kesken jaettavissa olevaa pysyvää NTFS-tiedostojärjestelmälle alustettua järjestelmälevyä. (Windows Azure Storage 2011b.)

Levytila	Hinta / kk
Jokaista tallennettua gigatavua kohden	0,0993 €
10 tuhatta varastotransaktiota kohden	0,0071 €

Taulukko e. Azure Storage hinnoittelu. (Windows Azure 2011d.)

Jokaista tallennettua gigatavua kohden laskutetaan 0,0993 € kuukaudessa. Jokaista 10 tuhatta varastotransaktiota kohden puolestaan laskutetaan 0,0071€ kuukaudessa.

4.1.4 Sisällönjakeluverkko (Content Delivery Network)

Yhdysvaltoihin, Eurooppaan, Aasiaa, Australiaan ja Etelä-Amerikkaan sijoitettu Windows Azuren sisällönjakeluverkko (eng. Content Delivery Network) on tarkoitettu parantamaan suorituskykyä loppukäyttäjän kannalta sekä luotettavuutta asettamalla datakopioita lähemmäksi käyttäjiä. Se voi toimittaa sisältöä useista Windows Azure –resursseista, kuten Azure Storage. Sisältö voi tyypiltään olla esimerkiksi Web-objekteja (JPG, CSS ja JavaScript), ladattavia objekteja (mediatiedostoja, ohjelmistoja ja dokumentteja), sovelluksia ja reaaliaikaisten median streamausta. (Windows Azure CDN 2011.)

Sisällönjakeluverkon hinnoittelu perustuu tallennustransaktioihin ja siirretyn datan määrään. Datansiirto gigatavua kohden Pohjois-Amerikan ja Euroopan datakeskuksesta (Zone 1) maksaa 0,1064 €. Muualla maailmassa sijaitsevista datakeskuksista tapahtuvista datasiirroista gigatavua kohden laskutetaan 0,1419 €. Jokaisesta kymmenestä tuhannesta tallennustransaktiosta laskutetaan 0,0071 €. Kaikki sisäänpäin tuleva datasiirto on ilmaista. (Windows Azure 2011d.)

4.2 Amazon Web Services (AWS)

Amazonin mukaan AWS eli Amazon Web Services on vuodesta 2006 alkaen tarjonut kaiken kokoisille yrityksille pilvipalveluja. AWS:n avulla asiakasyritys voi hankkia itselleen laskentatehoa, tallennustilaa ja muita palveluja suoraan Amazonilta. Palveluista maksetaan käytön mukaan ilman pitempiaikaisia sitoumuksia. Tämä tekee AWS:stä Amazonin mukaan kustannustehokkaimman tavan toimittaa sovellukset asiakkaille. Yhtiö tarjoaa alla esitettävien ratkaisujen lisäksi toki myös monia muita erilaisia palveluja. (Amazon 2011a.)

4.2.1 Amazon EC2

Amazonin EC2 (Elastic Compute Cloud) oli MBnetin mukaan ensimmäinen pilvi-markkinoille tarkoitettu kunnollinen kaupallinen palvelutoteutus. Palvelussa käyttäjä saa sijoittaa pilveen periaatteessa mitä tahansa Windows- tai Linux –palvelimia eräänlaisina virtuaalikoneina. Tämän ansiosta lähes mikä tahansa palvelu on mahdollista sijoittaa EC2-palveluun. Virtuaalikoneiden ajamisesta Amazon laskuttaa tuntihinnan perusteella. Tuntihinta määräytyy tarvittavan muistin ja suorittimien määrästä. (Mbnet 2011.) On-Demand –instansseissa asiakas maksaa ainoastaan käyttämästään kapasiteetista tuntitaksan perusteella. Amazonin mukaan tämä antaa asiakkaalle mahdollisuuden välttää fyysisen raudan monimutkaiset suunnittelu- ja hankintavaiheet sekä ylläpidon. (Amazon 2011b.)

On-Demand Instances	Linux/UNIX	Windows
Standardi		
Small (Default)	0,095 \$ per tunti	0,12 \$ per tunti
Large	0,38 \$ per tunti	0,48 \$ per tunti
Extra Large	0,76 \$ per tunti	0,96 \$ per tunti
Micro On-Demand Instances		
Micro	0,025 \$ per tunti	0,035 \$ per tunti

Hi-Memory On-Demand Instances		
Extra Large	0,57 \$ per tunti	0,62 \$ per tunti
Double Extra Large	1,14 \$ per tunti	1,24 \$ per tunti
Quadruple Extra Large	2,28 \$ per tunti	2,48 \$ per tunti
HI-CPU On-Demand Instances		
Medium	0,19 \$ per tunti	0,29 \$ per tunti
Extra Large	0,76 \$ per tunti	1,16 \$ per tunti

Taulukko f. On-Demand –instanssien hinnoittelu. (Amazon 2011b.)

Hinnoittelu on tuntipohjainen jokaisen instanssin kohdalla. Laskuttaminen alkaa instanssin käynnistämisestä ja loppuu instanssin lopettamiseen. Jokaisesta osatunnista laskutetaan koko tunnin hinta. Linux/UNIX-käytöstä veloitetaan eri hinnoittelun perusteella kuin Windows-käytöstä. Hinnat on ilmotettu Yhdysvaltain dollareina. (Amazon 2011b.)

Sisäänpäin tuleva data	Hinta
Kaikki siirretty data	0,000 \$ per GB
Ulospäin lähetettävä data	
Ensimmäinen gigatavu / kk	0,000 \$ per GB
Maksimissaan 10 gigatavua / kk	0,120 \$ per GB
Seuraava 40 teratavua / kk	0,090 \$ per GB
Seuraava 100 teratavua / kk	0,070 \$ per GB

Seuraava 350 teratavua / kk	0,050 \$ per GB
Seuraava 524 teratavua / kk	Ota yhteyttä
Seuraava neljä petatavua / kk	Ota yhteyttä
Yli viisi petatavua / kk	Ota yhteyttä

Taulukko g. Amazon EC2 –palveluun ja siitä ulospäin lähetetyn Internet-tiedonsiirron hinnoittelumalli EU-alueella. (Amazon 2011b.)

Samalla alueella sijaitsevien Amazon EC2 ja muiden Amazon Web Services –palveluiden välisestä datasiirrosta ei saman alueen sisällä peritä tiedonsiirtomaksua. Saman alueen (eng. Region) eri saatavuusalueilla (eng. Availability Zone) sijaitsevien Amazon EC2 –instanssien välisestä tiedonsiirrosta veloitetaan alueellinen datansiirtomaksu (eng. Regional Data Transfer), joka on 0,01 \$ gigatavua kohden. (Amazon 2011b.)

4.2.1.1 Amazon Elastic Block Store (EBS)

Amazon Elastic Block Store tarjoaa kiintolevyjä, joita voidaan käyttää yhdessä Amazon EC2 –instanssien kanssa. Niiden sisältämä tieto säilyy siitä huolimatta, mikäli EC2-instanssin suoritus päätettäisiin jostain syystä pysäyttää. EBS on Amazon mukaan sopiva käytettäväksi esimerkiksi sellaisten sovellutusten kanssa, jotka tarvitsevat tietokannan tai tiedostojärjestelmän. Se antaa luoda maksimissaan yhden teratavun kiintolevyjä, jotka voidaan osoittaa kiintolevyasemiksi EC2-instansseissa. Ne sijoitetaan tiettyyn saatavuusalueeseen (eng. Availability Zone) ja ne on mahdollista liittää samalla saatavuusalueella sijaitseviin instansseihin. Lisäksi jokainen kiintolevy replikoidaan automaattisesti samalle saatavuusalueelle. Tämän tarkoituksena on estää minkään yhden fyysisen komponentin rikkoutumisen tähden tapahtuva datan häviäminen.

Myös tämänkin palvelun tapauksessa maksetaan ainoastaan käytön mukaan. Amazon EBS –levyistä maksetaan käytetyn tilan ja I/O-pyyntöjen mukaan. Yksi gigatavu käytettyä tilaa kustantaa kuukaudessa 0,10 \$ ja miljoona tehtyä I/O-pyyntöä puolestaan maksaa saman verran. Amazonin esimerkin mukaan keskikokoinen Web-sivuston tietokanta saattaa olla sadan gigatavun kokoinen ja käyttää/kuluttaa keskiar-

volta sata I/O-pyyntöä sekunnissa kuukauden aikana. Tämän esimerkin mukaan tallennus kustantaisi kymmenen dollaria kuukaudessa (100 GB x 0,10\$/ kk). Pyynnöt kustantaisivat arviolta 26 dollaria kuukaudessa (~2,6 miljoonaa sekuntia/kuukausi x 100 I/O-pyyntöä per sekunti * 0,10 \$ per miljoona I/O-pyyntöä). (Amazon EBS 2011.)

4.2.1.2 Amazon CloudWatch

Amazon CloudWatch antaa mahdollisuuden reaaliaikaisesti tarkkailla Amazon EC2 –instansseja, EBS-levyjä, elastisia kuormantasaajia (eng. Elastic Load Balancer) ja Amazon RDS –tietokantoja. Palvelun EC2-instansseja varten tarkoitettulla palvelutasolla kerätään ilman lisämaksua viiden minuutin välein tietoa muun muassa instanssien suorittimen käyttöasteesta, datasiirrosta ja levynkäytöstä. Seuraavalla palvelutasolla tietoa kerätään jokaista seurattavaa instanssia kohden 3,5 \$ kuukausittaisesta lisämaksusta minuutin välein. (Amazon CloudWatch 2011.) Amazon CloudWatch – palvelun käyttöönoton myötä asiakas saa lisäksi käyttöön Auto Scaling –nimisen palvelun, josta ei peritä lisämaksua. Tämä palvelu tai ominaisuus antaa mahdollisuuden skaalata EC2-instanssien kapasiteettia automaattisesti suuremmaksi tai pienemmäksi. Sen avulla voidaan automaattisesti huolehtia siitä, että esimerkiksi ruuhka-aikoina ei synny ongelmia. (Amazon Auto Scaling 2011.)

4.2.1.3 Elastic Load Balancing

Elastic Load Balancerin avulla on mahdollista jakaa tuleva verkkoliikenne automaattisesti useiden eri EC2-instanssien välillä. Sen avulla on mahdollista saavuttaa soveluksille entistä korkeampi virheensietokyky. Elastic Load Balancer havaitsee vialliset EC2-instanssit ja automaattisesti reitittää/ohjaa liikenteen toimiviin instansseihin, kunnes vialliset instanssit on saatu palautettua toimintakuntoon. Myös tämän palvelun kohdalla maksetaan ainoastaan todellisen käytön mukaan kerran kuukaudessa. Tuntikohtaisen hinnoittelumallin mukaisesti Amazon laskuttaa jokaisesta käyttötunnista. Lisäksi laskutetaan jokaisesta Load Balancerin kautta siirretystä gigatavusta dataa.

Esimerkiksi keskikokoinen 10 EC2-instanssilla ajettava Web-sivusto voi käyttää yhtä Elastic Load Balanceria tasapainottamaan tulevaa liikennettä. Mikäli Elastic Load Balancer siirtäisi 30 päivän aikana sadan gigatavun edestä dataa, olisi tässä tapauksessa Elastic Load Balancerin käyttötuntien mukainen hinta 18\$ (0,025\$/tunti x 24 tuntia/päivä x 30 päivää x 1 Elastic Load Balancer). Sadan gigatavun edestä siirretyn datan kustannukseksi muodostuisi 0,80\$ (0,008 per GB x 100 GB). Yhteensä se kustantaisi kuukaudessa 18,80\$. Vajaista tunneista laskutetaan koko tunnin mukainen maksu. (Amazon Elastic Load Balancing 2011.)

4.2.2 Amazon S3

Amazon Simple Storage Service (Amazon S3) tarjoaa tallennustilaa Internetissä. S3 käsittää yksinkertaistetun käyttöliittymän web-palveluun, johon voi tallentaa ja josta voi hakea minkä tahansa määrän dataa milloin tahansa ja mistä tahansa. Amazonin mukaan S3 sisältää tarkoituksellisesti oletuksena minimaaliset ominaisuudet. (Amazon 2011c.) Amazon S3 –palvelun hinnoittelu perustuu alla oleviin taulukkoihin.

	Standardi	Redudanssi
Ensimmäinen teratavu / kk	0,140 \$ per gigatavu	0,093 \$ per gigatavu
Seuraavat 49 teratavua / kk	0,125 \$ per gigatavu	0,083 \$ per gigatavu
Seuraavat 450 teratavua / kk	0,110 \$ per gigatavu	0,073 \$ per gigatavu
Seuraavat 500 teratavua / kk	0,095 \$ per gigatavu	0,063 \$ per gigatavu
Seuraavat 4000 teratavua / kk	0,080 \$ per gigatavu	0,053 \$ per gigatavu
Yli 5000 teratavua / kk	0,055 \$ per gigatavu	0,037 \$ per gigatavu

Taulukko h. Tallennuksen hinnoittelumalli. (Amazon 2011c.)

Amazon laskuttaa S3-tallennustilasta yllä olevan taulukon hinnoittelumallin mukaisesti. Hinnat on ilmoitettu Yhdysvaltain dollareina.

	Hinnoittelu
--	-------------

PUT, COPY, POST tai LIST –pyynnöt	0,01 \$ per tuhat pyyntöä
GET ja kaikki muut pyynnöt	0,01 \$ per 10 tuhatta pyyntöä
Poistamispyynnöistä ei laskuteta	

Taulukko i. Pyyntöjen hinnoittelumalli. (Amazon 2011c.)

Amazon ei yllä olevan taulukon mukaisesti laskuta poistamispyynnöistä.

	Hinnoittelu
Datasiirto sisään	
Kaikki datasiirto sisäänpäin	0,000 \$ per gigatavu
Datasiirto ulospäin	
Ensimmäinen gigatavu / kk	0,000 \$ per gigatavu
Maksimissaan 10 teratavua / kk	0,120 \$ per gigatavu
Seuraavat 40 teratavua / kk	0,090 \$ per gigatavu
Seuraavat 100 teratavua / kk	0,070 \$ per gigatavu
Seuraavat 350 teratavua / kk	0,050 \$ per gigatavu
Seuraavat 524 teratavua / kk	Ota yhteyttä
Seuraavat neljä petatavua / kk	Ota yhteyttä
Yli viisi petatavua / kk	Ota yhteyttä

Taulukko j. Datasiirtojen hinnoittelumalli. (Amazon 2011c.)

Datasiirroilla sisään ja ulos viitataan datan siirtämiseen sisään ja ulos Amazon S3 – alueelta. Datasiirtomaksua ei yhtiön hintataulukon mukaan peritä COPY-pyyntöillä tehdystä datasiirrosta S3-alueen sisällä. Eri aluiden välisistä COPY-pyyntöillä tehdyistä datasiirroista peritään hinnaston mukainen normihinta. (Amazon 2011c.)

4.3 Google App Engine

Hakukoneyhtiö Googlen ratkaisu pilvimarkkinoille tunnetaan nimellä Google App Engine. Käyttäjät voivat palvelun avulla toteuttaa verkkopalveluja, jotka ajetaan Googlen tarjoamassa ympäristössä. Ohjelmointialusta pohjautuu Python-ohjelmointikielen lisäksi Googlen omiin laajenuskirjastoihin. (Mbnet 2011.)

Googlen mukaan App Enginen avulla sovellusten teko on helppoa. Niitä on lisäksi helppo ylläpitää ja skaalata vastaamaan asiakasyrityksen liikennöinti- ja tallennustilarpeita. Google App Engine tukee useilla eri ohjelmointikielillä kirjoitettuja sovelluksia. App Engine –palvelun JRE:llä (Java Runtime Environment) voi tehdä sovelluksia Java-teknologioilla, kuten JVM (Java Virtual Machine), Java-servlettejä ja Java-ohjelmointikieltä tai mitä tahansa muuta ohjelmointikieltä käyttämällä JVM-pohjaista tulkkiä tai kääntäjää, kuten JavaScript tai Ruby. App Engine sisältää kaksi dedikoitua Python-ajoympäristöä, joissa Python-tulkki ja standardikirjastot sekä lisäksi Go-ajoympäristön, jossa voidaan suorittaa natiivisti käännettyä Go-koodia. Googlen mukaan näiden ajoympäristöjen tarkoituksena on varmistaa, että tehtävät sovellukset toimivat mahdollisimman nopeasti ja turvallisesti.

App Engine –alustalla maksetaan vain siitä mitä käytetään. Sovellusten käyttämät resurssit, kuten tallennus ja siirtokaista mitataan gigatavuina. Käyttäjän on aina mahdollista kontrolloida sovelluksensa käyttämän resurssien maksimimäärää, jotta pysytään budjetin mitoissa. Kaikille sovelluksille annetaan ilmaiseksi gigatavun edestä tallennustilaa ja viiden miljoonan kuukausittaisen sivulatauksen verran suoritinaikaa ja siirtokaistaa. (Google App Engine 2011a.)

Resurssi	Yksikkö	Yksikköhinta
Dataliikenne ulospäin	Gigatavu	0,12 \$
Frontend-instanssit	Instanssitunnit	0,04\$
Tallennettu data (Blobstore)	Gigatavua kuukaudessa	0,13 \$
Tallennettu data (Datastore)	Gigatavua kuukaudessa	0,24 \$
Sähköpostien lähetys	Sähköpostiviesti	0,0001 \$

Taulukko k. Google App Enginen hinnoittelu. (Google App Engine 2011b.)

Jokainen App Engine –sovellus voi kuluttaa edellä jo aikaisemmin mainitun määrän resursseja ilmaiseksi. Enemmän resursseja käyttöönsä tarvitseva kehittäjä voi hankkia sitä

lisää Google Checkout –palvelun avulla. Maksetuksi sovellukseksi siirtymisen jälkeen se kustantaa kehittäjälle minimissään 2,10 \$ viikossa. (Google App Engine 2011b.)

4.3.1 Sovellusympäristö

Google App Engine sisältää seuraavat ominaisuudet:

- Dynaamisen Web-palvelun yleisten Web-teknologioiden tuella
- Pysyvän varaston, jossa voi suorittaa kyselyitä, lajitella tuloksia ja tehdä transaktioita.
- Automaattisen skaalauksen ja kuormantasauksen
- Ohjelmointirajapinnat käyttäjien varmistamiseen ja Google-tilien kautta tapahtuvaan sähköpostin lähettämiseen.
- Paikallisen kehitysympäristön, joka simuloi App Engine –palvelua kehittäjän omalla tietokoneella.
- Tehtäväjonot tehtävien suorittamiseksi.
- Mahdollisuus asettaa ajoitettuja tehtäviä, myös toistuvia. (Google App Engine 2011b.)

Hiekkalaatikko

Niin sanotussa hiekkalaatikossa (eng. Sandbox) voidaan sovelluksia suorittaa turvallisessa ympäristössä, mikä tarjoaa rajoitetun pääsyn alla olevaan käyttöjärjestelmään. Hiekkalaatikko siis eristää sovelluksen omaan turvalliseen ja luotettuun ympäristöönsä, joka on riippumaton käytettävästä fyysisestä laitteistosta, käyttöjärjestelmästä ja Web-palvelimen fyysisestä sijainnista. (Google App Engine 2011b.)

Eri ajoympäristöt

Sovelluksia voidaan ajaa yhdessä kolmesta ajoympäristöstä – Go, Java tai Python. Jokainen näistä ympäristöistä tarjoaa standardien mukaiset protokollat ja yleiset teknologiat Web-sovellusten kehittämistä varten. Go-ajoympäristö käyttää Go release r60.3 -versiota. Ympäristön SDK (eng. Software Development Kit) sisältää Go-kääntäjän ja standardit kirjastot. SDK sisältää lisäksi automaattisen palvelun sovel-

luksen kääntämiseen. Go-ympäristö tarjoaa GO-ohjelmointirajapinnat suurimpaan osaan App Enginen palveluista.

Java-ympäristölle sovelluksien kehitys onnistuu yleisiä Javan Web-kehitystyökaluja ja API-standardeja käyttämällä. Java-ympäristö käyttää Javan versiota 6. App Enginen Java SDK tukee sovelluksien kehittämistä Javan versioilla 5 tai 6. Python-ympäristössä voidaan puolestaan toteuttaa Python-ohjelmointikielellä tehtäviä sovelluksia. Googlen App Engine sisältää ohjelmointirajapinnat ja työkalut Python-pohjaisten Web-sovellusten kehittämiseen. Python-ajoympäristössä käytetään oletuksena versiota 2.5.2, mutta käyttöön on niin halutessaan mahdollista valita myös kokeellinen 2.7.2-versio. (Google App Engine 2011b.)

Google-tilit

App Engine tukee sovelluksen integrointia Google-tilien kanssa käyttäjien tunnistautumista varten. Tämä tarkoittaa sitä, että sovellukselle on mahdollista sallia kirjautuminen Google-käyttäjätilin avulla sekä antaa pääsy tiliin yhdistettyyn sähköpostiosoitteeseen ja käyttäjänimeen. Google-tilien avulla käyttäjä pääsee yhtiön mukaan nopeammin käsiksi sovellukseen, koska hänen ei ehkä tarvitse tehdä sen käyttöä varten uutta käyttäjätiliä. Users-niminen ohjelmointirajapinnan avulla voidaan tarkistaa onko käyttäjä sovelluksen niin sanottu pääkäyttäjä. Tämä mahdollistaakin helposti vain pääkäyttäjille tarkoitettujen alueiden luonnin sovelluksiin. (Google App Engine 2011b.)

4.4 Eri alustojen välinen vertailu

Erilaisten pilvialustojen välisessä vertailussa pitää ottaa huomioon ainakin minkä palvelumallin mukaisesta ratkaisusta on kysymys, hinnoittelutavoista, tietoturvallisuuden ja käytettävyyden tasoista, missä asiakkaan data säilytetään sekä mitä lisäominaisuuksia on heti saatavilla tai hankittavissa lisämaksua vastaan. Microsoftin, Googlen ja Amazonin tässä työssä esitettyjen ratkaisujen välinen vertailu on monilta osin vähemmän yksinkertaista, mutta yksi vertailtavista kohdista ratkaisujen välillä

on tarjottava palvelumalli. Asiakkaan on tiedettävä mitä se on ostamassa ja ennen kaikkea mitä se tarvitsee.

Windows Azure rakentuu Google App Enginen tapaan PaaS-palvelumallin ympärille ja Amazonin Aws puolestaan perustuu IaaS-palvelumalliin. Windows Azure ja Google App Engine antavat kehittäjälle tarvittavat työkalut Web-sovellutusten kehittämiseen ja käyttöönottoon, kun taas Amazonin EC2 tarjoaa pääasiallisesti pääsyn muokattaviin virtuaalikoneihin eli instansseihin. Kaikki ratkaisut tarjoavat tietokantoja, varastotilaa, kuormantasausta, hallittavuutta ja skaalautuvuutta. Googlen tarjoaman App Enginen eduksi voidaan mainita kaikille sovelluksille ilmaiseksi tarjottava gigatavun tallennustila ja viiden miljoonan kuukausittaisen sivulatauksen edestä tarjottava suoritinaika ja siirtokaista sekä Google-tilien käytön mahdollisuus. App Enginen haittana on ei-relaationaalinen tietokanta ja ainoastaan kolmen ohjelmointikielen käytön mahdollisuus. Windows Azure –alustalle ei puolestaan voi antaa omaa virtualikoneen levynkuvaa ajettavaksi vaan järjestelmä itse tarjoaa ja ylläpitää oman virtualikoneasennuksensa.

Yllä kuvatun kaltaiset pilviratkaisut kuitenkin omalta osaltaan antavat asiakkaalle mahdollisuuden välttää fyysisen raudan monimutkaiset suunnittelu- ja hankintavaiheet sekä auttavat näiltä osin säästämään yrityksen IT-kustannuksia. Pitää kuitenkin muistaa ottaa huomioon, että tässä tapauksessa pitää olla valmis siihen, että asiakkaan dataa säilytetään muualla kuin yrityksen omien datakeskusten palvelimilla, jotka eivät lisäksi kuulu Suomen lainsäädännön pariin.

5 KOTIMAISIA PILVIPALVELUNTOIMITTAJIA

Ulkomaisten pilvitoimittajien lisäksi on myös suomalaisia pilvipalvelujen toimittajia. Hyvä puoli kotimaisten palveluntoimittajien eduksi ulkomaisia ratkaisuja silmällä pitäen on se, että kotimaiset toimittajat voivat tallentaa datan Suomessa sijaitseviin datakeskuksiinsa. Näin ollen datakeskuksiin ja niiden sisältämiin tietoihin sovelletaan Suomen lakia. Tämä auttaa osaltaan lievittämään kotimaisten yritysten pelkoa

siitä, että niiden yrityssalaisuudet mahdollisesti vuotaisivat esimerkiksi Yhdysvaltain viranomaisten tietoon.

5.1 Elisan ratkaisut

5.1.1 Sisäinen pilvi

Elisa tarjoaa palvelua nimeltä Sisäinen pilvipalvelu, joka yhtiön mukaan voidaan toteuttaa monella tavalla. Kaksi yleisintä toteutusvaihtoehtoa ovat Konesalipalvelut ja Jatkuvuuspalvelut. Palvelut on sijoitettu Elisan omiin konesaleihin ja tarvittaessa yhtiön tytäryhtiönä toimiva Xenetic voi huolehtia liiketoimintakriittisistä järjestelmistä ja raportoida niiden käytettävyydestä asiakkaalle. Palvelinkeskukset liitetään Elisan tietoliikenneverkolla asiakkaan omaan tuotantoverkkoon. Asiakas voi näin käyttää palveluitaan ”sisäisestä pilvestä”, aivan kuin ne olisivat asiakasyrityksen omassa konesalissa. (Elisa 2011a.)

5.1.2 Elisan Konesalipalvelut

Elisan Konesalipalvelu tarkoittaa sitä, että asiakasyritys voi sijoittaa tietoliikenne-, palvelin- ja tietokonelaitteistonsa Elisan tiloihin. Palvelua voidaan laajentaa erilaisilla yhteys- ja tiedonsiirtopalveluilla koko maailmaan. Elisan Konesalipalvelun perustana on yhtiön eri puolilla Suomea toimivat palvelinkeskukset. Konesalipalvelun hinnoittelu perustuu laitepaikan lisäksi sähkönkulutukseen ja hankittuihin lisäpalveluihin. Lisäpalveluna Elisa tarjoaa palvelua nimeltä Elisa yritysverkko. Kyseisen palvelukokonaisuuden avulla asiakkaalle tuotetaan suljettu IP-monipalveluverkko, jolla voidaan toteuttaa IT-sovelluksien tarvitsemat tietoliikenne-, puhe- ja multimediapalvelut sekä Internet-yhteydet.

Palvelussa luodaan yksi tai mahdollisesti useampi suljettu virtuaalinen verkko, josta ei ole yhteyttä julkiseen verkkoon ellei sitä erikseen avata ja sallita Internet-yhdyskäytävän kautta. Tyypillisesti sillä voidaan toteuttaa yrityksen sisäinen dataliikenne suljetussa verkossa, tietoturvalliset Internet-yhteydet tai IP-pohjaiset puheyh-

teydet yrityksen sisällä sekä yrityksen sisältä julkisiin puhelin- ja mobiiliverkkoihin. Lisäominaisuuksiensa osalta Elisan Yritysverkko on modulaarinen palvelu, joka sovitetaan kulloisenkin asiakkaan tarpeiden mukaiseksi. (Elisa 2011b.)

Elisan Jatkuvuuspalvelut

Elisan Jatkuvuuspalvelu koostuu kokonaisuudesta, joka pitää sisällään seuraavat palvelukerrokset:

- Usean sijainnin palvelinkeskus- ja tietoliikenneinfrastruktuurin, joka toimii tietojärjestelmien perustana.
- Infrasktruktuurin ennakoivan valvonnan ja hallinnan, jonka avulla varmistetaan asiakkaan palvelun laadun taso.
- Infrasktruktuurin jatkuvuuspalvelut, joilla varmistetaan sen käytettävyys, palautettavuus, suorituskyky, tietoturva ja muutoksen hallinta.
- Liiketoimintateknologian jatkuvuuden palvelut, joiden avulla varmistetaan koko tietojärjestelmäpinon käytettävyyden taso, palautettavuus, suorituskyky, tietoturva ja muutosten hallinta loppukäyttäjän, prosessien omistajien ja liiketoimintajohdon näkökulmista.

(Elisa 2011c.)

5.1.3 Julkinen pilvi

Julkinen pilvi on julkisen Internetin yli käytettävä konesali-infrastruktura. Perinteisesti konesali sisältää palvelimet, tietoliikenneinfrastruktuurin sekä levypalvelut. Julkinen pilvi sisältää nämä samat osat ja ne voidaan ottaa itsepalveluperiaatteella käyttöön. Ne on mahdollista räätälöidä asiakkaan tarpeiden mukaan. Asiakasyritys voi liittää oman ympäristönsä omaan toimipisteeseen VPN-tekniikan avulla. Lisäksi palvelun kasvaessa, voidaan sovellutuksien valvonta ja hallinnointi Elisalle. (Elisa 2011d.)

5.1.4 Yrityspilvi

Elisan Yrityspilvi on joko julkisen Internetin, Elisa Yritysverkon tai niiden niiden yhdistelmän kautta käytettävä virtuaalinen konesali-infrastruktura. Perinteisesti konesali koostuu palvelimista, tietoliikenneinfrastruktuurista, levypalveluista sekä valvonnan ja hallinnan komponenteista. Elisa Yrityspilvi – EnterpriseCloud antaa mahdollisuuden käyttää näitä kaikkia virtuaalisesti yksinkertaistetun hallinnan kautta. Asiakkaan tarvittaessa, on mahdollista saada käyttöön myös aidosti kahdennetut konesalipalvelut. (Elisa 2011e.)

EnterpriseCloud

Elisan EnterpriseCloud-palvelun käyttömahdollisuudet ovat Elisan mukaan rajattomat. Palvelusta maksetaan käytön ja kasvun mukaan. Lasku määräytyy kuukauden aikana käytetystä maksimikapasiteetista. Laskutusperiaatteina ovat: prosessorikapasiteetti (MHz), virtuaalipalvelimiin määritelty muistinmäärä ja levykapasiteetti sekä siirretyn datan määrä. Elisa tarjoaa sille vakiona 99,9 posentin käytettävyyden tason. EnterpriseCloud sisältää Elisan mukaan EnterpriseCloud-hallintaliittymän, yksittäisen konesalin hallintaliittymän, Forum- ja Wiki –palvelut, laskutus- ja raportointiportaali, IP-osoitteiden tilaamisen, virtuaalisten palvelinten hallinta- ja operointiliittymät sekä siirtoportaalin jolla siirtyä matalamman palvelutason konesalista korkeam-

man palvelutaso omaavan konesalin käyttöön palveluntarpeen kasvaessa. Virtuaalinen konesali sisältää asiakaskohtaisen virtuaalisen palomuurin, etähallintayhteydet, asiakaskohtaiset palvelinten sisäverkot, asiakaskohtaiset julkiset IP-osoitteet, virtuaalilaitteiston tarvitsemat levypalvelut, perustason tunnistautumisen, omien ISO-tiedostojen käytön, Tuo- ja Vie –toiminnot sekä mahdollisuuden liittää se Elisa Yritysverkko –palvelun kautta asiakasyrityksen omaan infrastruktuuriin. (Elisa 2011f.)

5.2 Dna Toimisto

DNA:n esitteen mukaan DNA Toimisto on kiinteähintainen, asiakastarpeen mukaan skaalautuva kokonaisratkaisu yrityksen viestinnän ja tiedonhallinnan tarpeisiin. Toimisto-pakettiin sisältyvät Google-sovellukset helpottavat ja tehostavat yhtiön mukaan yritysten sisäistä viestintää, mutta myös ryhmässä tehtävää jokapäiväistä työtä. Kaikki palvelut ja ominaisuudet ovat kiinteällä hinnalla käytettävissä aina ja missä tahansa, missä on Internet-yhteys saatavilla. DNA:n mukaan asiakasyritys hyötyy sen ja Yhdysvaltalaisen Googlen yhteistyönä tarjoamista pilvipalveluista, kun ei tarvita erillisiä laitehankintoja, ohjelmistoasennuksia tai ylläpitoa. Palvelu on lisäksi päätelaitteistoriippumaton ja suunniteltu toimivaksi myös mobiilikäytössä. DNA:n esitteen mukaan toteutustapa pilvipalveluna tarjoaa korkean tietoturvan ja käytettävyyden tasojen lisäksi myös jopa 70 prosentin säästöt asiakasyrityksen IT-kustannuksiin. (DNA 2011a.)



Kuva 5. DNA Toimisto (DNA 2011b.)

Toimisto-palvelu pitää sisällään Google-sovellukset ja omat käyttäjätilit kaikille asiakasyrityksen työntekijöille ja edulliset päätelaitepaketit esimerkiksi yrityksen johtotason henkilöstölle ja myynnille sekä muille paljon työssään liikkuville työntekijöille. (DNA 2011b.)

5.3 Soneran ratkaisut

Sonera tarjoaa yrityksille Yrityssähköposti- ja Tiimikeskus -palveluita. Yhtiön mukaan yrityssähköposti on toimintavarma ja monipuolinen sähköposti- ja kalenteripalvelu, jota voi käyttää missä tahansa - myös matkaphelimella. Tiimikeskuksen avulla asiakasyrityksen työntekijät voivat jakaa kaikki projektien materiaalit reaaliaikaisesti tiimin jäsenien kesken. (Sonera 2011a.)

5.3.1 Yrityssähköposti

Soneran mukaan Yrityssähköposti-palvelun avulla voidaan tehostaa tiedonkulkua ja pitää toimisto aina mukana. Palvelun avulla sähköpostit, kalenteritiedot ja tehtävlistat toimitetaan matkapuhelimeen ja kannettavaan tietokoneeseen reaaliajassa. Yhtiön mukaan tämä auttaa vähentämään turhia tarkistuskäyntejä työpisteellä. Palvelua on Soneran mukaan mahdollista laajentaa asiakasyrityksen tarpeiden mukaisesti.

Sonera on vastuussa palvelun asentamisesta sekä sovelluksen ylläpitoon liittyvistä toimista ja päivityksistä. Asiakasyrityksen ei myös tarvitse investoida fyysisiin laitteisiin, sovelluksiin tai ylläpitohenkilökuntaan. Palvelun paketti sisältää lisäksi sähköpostien virus- ja roskapostisuodatuksen. Kaikki liikenne on salattua. Palvelu on myös mahdollista yhdistää Soneran Tiimikeskus-palvelun kanssa.

Tarjotun palvelun pohjalla toimii Microsoftin Exchange -ohjelmisto ja Sonera vastaa siitä, että asiakasyrityksellä on käytössään viimeisin ja turvallisin ohjelmistoversio. Sähköpostiosoitteiden loppuosa määräytyy asiakasyrityksen omistaman verkkotunnuksen mukaan, esimerkiksi matti.meikalainen@omayritys.fi. Oma verkkotunnus

ei kuitenkaan ole välttämätön jolloin käytetään jaettua osoitetta yri-
tys.sonerahosted.fi. Palvelun hinnoittelu on tapauskohtainen ja hinnoittelun saa sel-
ville ainoastaan jättämällä tarjouspyynnön. (Sonera 2011b.)

5.3.2 Tiimikeskus

Soneran mukaan Tiimikeskus mahdollistaa turvallisen keinon varastoida tiedostoja myös työtoverien ulottuville sekä helpon tavan jakaa projektisi sisältämää materiaalia myös yhteistyökumppanien nähtäville. Materiaali on reaaliaikaisesti käyttäjien ulot-
tuvilla, olivatpa he sitten toimistolla, tien päällä tai kotona oman tietokoneen äärellä. Tässäkään tapauksessa ei asiakasyrityksen tarvitse investoida palvelimiin, ohjelmis-
tointiin tai henkilökuntaan.

Dokumenttien hallinnointi tapahtuu keskitetysti uusin informaatio on kaikkien saata-
villa samanaikaisesti. Palvelu toimii verkossa, joten dokumentteihin tutustuminen onnistuu missä tahansa. Sonera Tiimikeskus toimii samalla alustalla Yrityssähköpos-
ti-palvelun kanssa ja nämä kaksi palvelua on tarkoitettu täydentämään toisiaan. Tii-
mikeskus rakentuu Microsoftin SharePoint -teknologian ympärille ja toimii verkossa.
(Sonera 2011c.)

Palvelu	Käyttömaksu	Palvelun kk-maksu
Sonera Tiimikeskus Yksi	10 €	7 €/kk
Sonera Tiimikeskus Joustava	50 €	32 €/kk
Sonera Tiimikeskus Rajaton	200 €	152 €/kk
Lisälevytila 2 €/Gt/kk		

Taulukko 1. Tiimikeskus-palveluiden hinnat (Sonera 2011c.)

Asiakasyritys voi valita itselleen kolmesta eri vaihtoehdosta parhaan. Sonera Tiimi-
keskus Yksi sisältää yhden käyttäjän, joka luo sivustot. Tiimikeskus Joustava sisältää
enintään 40 käyttäjän, jotka luovat sivustoja. Tiimikeskus Rajaton sisältää rajattoman
määrän käyttäjiä, jotka voivat luoda sivustoja. Tiimikeskus Yhdellä ja Joustavalla voi
olla rajaton määrä käyttäjiä, jotka vain lukevat sivustoja, mutta eivät luo niitä. Jokai-

nen palvelutaso sisältää yhden gigatavun (1 Gt) levytilaa. Levytilaa on mahdollista hankkia maksullisena lisäpalveluna. (Sonera 2011c.)

5.4 Eri ratkaisujen välinen vertailu

Tässä luvussa esitettyjen Elisan pilviratkaisujen välinen vertailu toisiinsa sekä muiden palveluntarjoajien ratkaisuihin on monessa mielessä hankala toteuttaa, sillä esimerkiksi kaikkia hintatietoja ei ole tässä mahdollista ottaa tutkinnan alle, sillä ne saa tietoonsa vasta tarjouspyynnön avulla. Käytettävyyden ja tietoturvan kannalta katsottuna on myös vaikea lähteä ratkaisuja vertailemaan. Voidaan kuitenkin varmasti sanoa, että monessa tapauksessa on kustannustehokkaampaa ja tietoturvallisuuden, hallinnoinnin sekä käytettävyyden kannalta parempi ratkaisu ostaa tai vuokrata palvelut pilvestä. On pitkälti yrityksen tarpeista ja kokoluokasta kiinni minkälainen pilvipalvelu sen kannattaa hankkia. Varsinaisessa valintaprosessissa hankittavaa ratkaisua mietittäessä pitää muiden asioiden lisäksi ottaa hinnoittelu huomioon pyytämällä tarjouspyynnöt.

Dna:n tarjoama DNA Toimisto –paketti on periaatteessa ja käytännössä sama kuin Googlen tarjoama Google Apps For Business, mutta Dna:n tarjoaman palvelun tapauksessa yritys tarjoaa suomenkielisen tuen, käyttökoulutuksen ja käyttöönoton tueksi mahdollisesti tarvittavaa konsultointia sekä lisäksi myös päätelaitepaketteja esimerkiksi paljon työssään liikkuville työntekijöille. Dna ei toki ole ainoa Suomessa tällaisia Google-sovellusten käyttöönotto- ja tukipalveluja tarjoava yritys. Soneran tarjoama Yrityssähköposti puolestaan on Microsoftin Exchange –ohjelmiston avulla toteutettu palvelu, jossa asiakasyrityksen ei tarvitse itse huolehtia käyttöönotosta, laittehankinnoista tai hallinnoinnista.

Periaatteessa tässä on kyse Microsoftin Office 365 –pilviratkaisun tapaisesta ratkaisusta, mutta palveluntarjoana ei ole itse Microsoft. Yrityssähköposti-palvelun rinnalle on mahdollista liittää Microsoftin Sharepoint-teknologialla toteutettu Tiimikeskuspalvelu, joka tuo pakettiin mukaan keinon varastoida ja jakaa materiaali Google Docsin tapaan. Tämän myötä sen voidaan ajatella yhtenä kokonaisuutena vastaavan

Google-sovelluksia tai Office 365 –pakettia, hinta tosin on korkeampi kuin kummasakaan näistä paketeista.

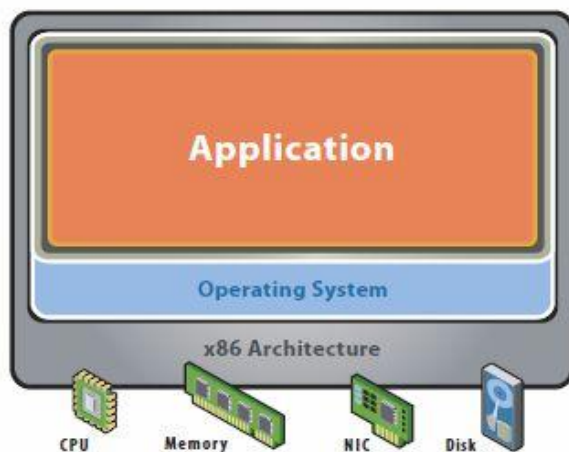
Lisäksi Sonera on Tiimikeskus-palvelun tapauksessa eri palvelupaketeilla lisäksi rajoittanut sivustoja luomaan kykenevien käyttäjien määrää. Yrityssähköpostin tapauksessa Sonera ei tarjoa palvelunsa hintoja julkisesti kaikkien nähtäville, joten tarjouspyynnön avulla pitää selvittää tuotteen tapauskohtainen hinnoittelu. Dna:n ja Soneran tarjoamien ratkaisujen yksi hyvä puoli on kuitenkin mielestäni se, että molemmat yritykset pystyvät tarjoamaan näiden palvelujensa lisäksi myös muita yritysten tarvitsemia palveluita, kuten esimerkiksi matkapuhelinliittymiä, matkapuhelimia ja tietokoneita. Voidaan siis vuokrata kokonaisvaltaisempi palvelun taso kuin esimerkiksi pelkän Googlen tarjoaman Google-sovelluksen tapauksessa.

6 VIRTUALISOINTI

Virtualisointi on viime vuosina saanut paljon huomiota osakseen. Virtualisoinnilla on eri laitevalmistajasta tai ohjelmistotoimittajasta riippuen hieman erilainen näkemys siitä mitä virtualisointi itse asiassa on, mutta virtualisoinnin mahdollisina hyötyinä nähdään muun muassa fyysisen laitteiston parempi hyödyntäminen sekä mahdollisesta vikatilanteesta aiheutuvasta virhetilanteesta palautuminen. Tällä tavoin voidaan saavuttaa säästöjä laitteistoinvestoinneissa, vähentää kustannuksia ja infrastruktuurin monimutkaisuutta, tarjota entistä parempi palveluiden taso ja parantaa niiden laatua sekä linjata tietohallinnon tavoitteet paremmin liiketoiminnan tavoitteita tukevaksi. (Rule & Dittner 2007, 2.) Virtualisointia varten on olemassa monia erilaisia ratkaisuja, mutta niistä ehkä yleisimmät ovat vSphere Hypervisor (tunnettiin ennen nimellä VMWare Esxi) ja Hyper-V. vSphere Hypervisor on virtualisoinnin pioneerin, Wmwaren käsialaa ja Hyper-V puolestaan on Microsoftin tarjoama virtualisointiratkaisu.

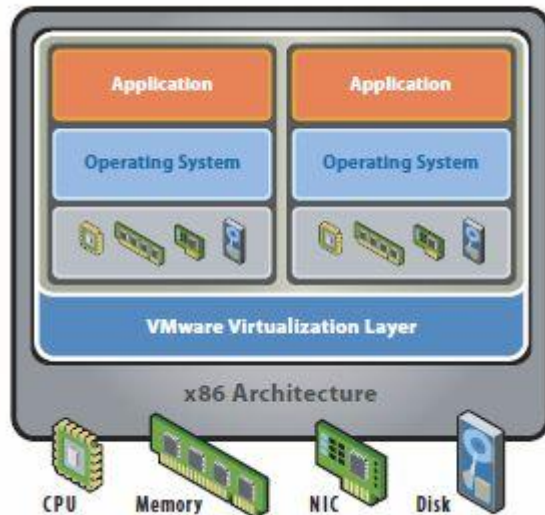
6.1 Palvelinvirtualisointi

Palvelimen virtualisoinnilla tarkoitetaan sitä, että yhdessä fyysisessä tietokoneessa suoritetaan virtualisointiin tarkoitetun alustan päällä yhtä tai useita virtuaalisia palvelimia, joista jokainen on varustettu omalla käyttöjärjestelmällä ja virtualisoidulla raudalla (tietokoneella). Nämä virtuaalisesti toteutetut palvelimet erotetaan fyysisen tietokoneen raudasta ns. ohjelmistokerroksella. Palvelimen virtualisoinnin tarkoituksena on säästää tilaa palvelinhuoneessa, laskea fyysisten laitteiden virrankulutusta sekä lisäksi muun muassa helpottaa ja nopeuttaa mahdollisista ongelmatilanteista toipumista. (Mäntylä 2008.)



Kuva 6. Ennen virtualisointia (VMWare 2011a.)

Yllä kuvassa on fyysinen tietokonejärjestelmä ennen virtualisointiratkaisun käyttöönottoa. Fyysinen järjestelmä osaa hyödyntää ainoastaan yhtä käyttöjärjestelmä-asennusta eli tässä tapauksessa voidaan puhua tietokoneen resurssien huonosta hyötykäytöstä.



Kuva 7. Virtualisoinnin jälkeen (VMWare 2011b.)

Yllä olevassa kuvassa on VMWaren tarjoaman virtualisointikerroksen päälle kasattu erilliset virtuaalikoneet omine virtuaalisine komponentteineen, joiden päälle on asennettu omat sovellutuksensa sisältävät virtuaaliset käyttöjärjestelmät. (VMWare 2011c.)

6.2 Työpöytävirtualisointi

Hajallaan olevien työasemien hallinta on vaikeaa ja kallista, joten suurimmat virtualisointiratkaisuja kehittävät ja markkinoivat yritykset tarjoavat palvelinvirtualisoinnin lisäksi ratkaisut muun muassa työpöytien ja sovellutusten virtualisoimiseksi. Työpöytävirtualisoinnilla on alalla oma terminsä, Virtual Desktop Infrastructure eli VDI. Työpöytävirtualisoinnissa käyttäjälle tarjotaan perinteisen PC-tietokoneen sijaan sitä varten tarkoitetun palvelimen päällä suoritettava virtuaalikone. Periaatteen tasolla se noudattaa hyvin pitkälle samaa periaatetta kuin perinteiset ohutpääteratkaisut. Ratkaisujen ero piilee kuitenkin siinä, että työpöytävirtualisoinnissa on kyse useista käyttäjäkohtaisista virtuaalisista koneista, kun toisessa ratkaisussa puolestaan on kyse yhdestä monen käyttäjän käyttöjärjestelmäasennuksesta.

Jos työaseman käyttöjärjestelmäasennuksia suoritetaan palvelimelta käsin virtuaalikoneina ja käyttäjäkohtainen työaseman levynkuva on tallennettuna palvelimelle, voi

käyttäjä ottaa yhteyden ja kirjautua siihen omilla tunnuksillaan miltä verkon työasemalta hyvänsä, saa hän näin ollen aina oman henkilökohtaisen työpöytänsä ja määrittäksensä käyttöönsä. (Järvinen 2009.) Tämänkaltaisen ympäristön keskitetyn hallinnan mielletään olevan tietohallinnoille helpompaa ja lisäksi uusien työasemien luominen on helppoa. Uusien työpöydille sijoitettujen laitteiden elinkaarta on tämän avulla mahdollista kasvattaa entistä pidemmäksi, sillä tarvittavan suorituskyvyn haaste siirtyy ratkaisun avulla yksittäisestä työasemista palvelimiin. (Mäntylä 2008.)

6.3 Sovellusvirtualisointi

Sovellusvirtualisoinnin tarkoituksena on suorittaa itse sovellus palvelimella ja välittää käyttöliittymän näkymä verkon yli työasemille. Alunperin sovellusvirtualisoinnin ideaa myytiin sillä argumentilla, että sitä käyttämällä saadaan työasemien elinkaarta pidennettyä, koska sovellukset kuormittivat työaseman sijasta palvelinta, jolla ne sijaitsevat. Todellisuudessa sovellusvirtualisointi on Järvisen mukaan saavuttanut suosiota hallintaa helpottavien ominaisuuksiensa ansiosta. Sovellusasennusten keskittäminen palvelimille nimittäin työllistää IT-tukihenkilöstöä huomattavissa määrin vähemmän kuin niiden ylläpitäminen normaalisti työasemissa veisi aikaa muilta töiltä.

Syyksi tähän listataan ohjelmistojätti Microsoftin Windows-käyttöjärjestelmän ominaisuus, jossa sovelluksien asentamiselle muutetaan käyttöjärjestelmää hallitsemattomalla tavalla jolloin rekisteriin tehdään muutoksia ja dll-kirjastoihin tuodaan uusia komponentteja vanhojen päälle. Koska itse käyttöjärjestelmä ei anna mahdollisuutta tuotannonaikaiseen versionhallintaan, ei ole mahdollista ratkaista mahdollisesti esiin tulevia ristiriitoja. Työasemissa on mahdollista tehdä kokeiluja, mutta erilaisten sovellutusten asennus samaan palvelimeen luokitellaan uhkapeliksi. Jos sovelluksesta asennetaan uusi versio, saattaa se rikkoa samalla toisen sovelluksen ja ongelma koskettaakin yhden työaseman ja sen käyttäjien sijaan kymmeniä, satoja tai jopa tuhansia käyttäjiä.

Edellä mainitusta syystä onkin suositeltavaa asentaa ja suorittaa eri sovelluksia omilla, niille tarkoitetuilla palvelimilla. Lisäksi saadaan kustannustehokkuutta, mikäli eri sovellukset eristetään toisistaan virtualisoinnin keinoin ja tarjotaan niille virtuaalinen

ympäristö, jossa niillä on oma rekisterin haara ja kirjasto sovelluksen omia asetuksia ja ohjelmistokomponentteja varten. Yhteiset asetukset ja komponentit puolestaan on haettavissa niin sanotusta yleisestä käyttöjärjestelmäympäristöstä, jos niitä ei sovel-
lukselle tarkoitettussa omassa ympäristössä ole. (Järvinen 2009.)

6.4 Tallennuksen virtualisointi

Muiden virtualisoinnin ratkaisujen jälkeen on vielä vuorossa tallennuksen virtuali-
sointi. Hämäläisen kirjoittaman tekstin mukaan palvelimen virtualisoinnin ollessa
yrityksissä jo arkipäivää, on tallennuksen virtualisointi vielä käsitteenä melko tunte-
maton. Syyksi tähän kerrotaan tekniikan monimuotoisuus ja säästöjen vaikeampi ha-
vainnointi. Palvelinvirtualisointi tuo kustannustehokkuutta ja joustavuutta sillä, että
työkuormia on mahdollista jakaa optimaalisesti fyysisille palvelimille ja siirellä näi-
den välillä muutosten tai huoltotöiden niin vaatiessa. Käytännössä tämä tarkoittaa
sitä, että palvelimet ja tallennus on erotettava toisistaan. Massamuistit keskitetään
palvelinten ulkopuolelle omiin laitteisiin, joihin liikennöinti palvelimesta tapahtuu
verkon yli.

Keskitetty tallennuslaitesto voikin hämäläisen mukaan tarjota joustavia toiminnalli-
suuksia, esimerkiksi levytilan kasvattamisen niin, että yksittäisillä levypakoilla ja
palvelimien loogisilla levyasemilla ei ole fyysistä vastaavuutta. Tallennuksen keskit-
tämiseen johtanut päätös ei hämäläisen tekstin mukaan kuitenkaan vielä luo tarvetta
varsinaiselle tallennuksen virtualisoinnille, mikäli pysytään yhden tai kahden laiteke-
hikon tarjoamissa toiminnoissa. Tallennusratkaisun valintaan vaikuttaakin tiedon
määrän ohella myös tietojen luokittelu. Tiedon kriittisyydestä riippuu se minkälaisia
varmistus-, kahdennus- ja etäpeilausratkaisuja minkäkin palvelun tiedoille vaaditaan.
Tekstin mukaan on selvää, että mitä monitahoisemmat tarpeet ovat kyseessä, sitä to-
dennäköisemmäksi tulee tarve myös tallennusjärjestelmien virtualisoinnille.

Tallennusjärjestelmillä on myös oma elinkaarensa ja yleisesti nyrkkisääntönä suun-
nittelujaksolle pidetään viittä vuotta, koska se antaa liikkumavaraa. Seuraavan suku-
polven laitteisiin siirtyminen ottaa aina oman aikansa ja sen osalta suunnittelun pitäisi
olla valmis viimeistään puoli vuotta ennen varsinaisen laitteistohankinnan aloittamis-

ta. Migraatiovaiheessa vanha ja uusi laitteisto elävät jonkin aikaa rinnakkain ja todennäköistä onkin, että vanha laitteisto ei heti pääse eläkkeelle, vaan niitä käytetään vielä vuosi tai pari vähemmän kriittisen tiedon tallentamiseen. Vanhan laitteiston eläkkeellejäännin määrää lähinnä huoltokustannusten nousu.

Tallennuksen virtualisoinnissa fyysiset tallennuslaitteistot ja niiden sisältämät tekniset ominaisuudet peittyvät virtualisointikerroksen alle, jolloin tallennustilaa on mahdollista laajentaa, yhdistää ja siirtää perinteistä tallennusjärjestelmää ja sen hallintalaitteistojen antamia mahdollisuuksia joustavammin. Mikäli palvelinten sisältämää dataa pitää siirtää käsityönä tallennusalustalta toiselle, on palvelimet ajettava siirtoa varten alas. Virtualisoidussa tallennusympäristössä huollot ja migraatiot on kuitenkin mahdollista toteuttaa taustalla ilman palvelimien alasajoa. Siirtoja ei toki silti kannata suorittaa tuotantojärjestelmien suurimman kuormituksen aikaan. Tallennuksen virtualisoinnin tarkoituksena yleensä onkin parantaa eri valmistajien järjestelmien välistä yhteistyötä. Tähän tarkoitukseen on myös saatavilla kolmansien osapuolien tarjoamia ohjelmistoja. Tallennusjärjestelmien valmistajat kauppaavat lisäksi omia virtualisointiratkaisujaan joiden avulla on mahdollista sitoa peräkkäiset laitesukupolven yhteen, mutta myös laajentamaan valmistajan omia toiminnallisuuksia kilpailevien yritysten laitteisiin.

Eri yritysten tallennustarpeet vaihtelevat liiketoiminnan mukaan. Esimerkiksi rahalaitos voi auditoitavuus- ja viranomaismääräysten takia joutua tallentamaan jokaisen tapahtuman kohdalla vuosiksi oheistietoa omiin lokeihinsa. Tämän määrä on operatiivisiin tietokantoihin verrattuna moninkertainen ja sitä ei välttämättä koskaan ole tarvetta lukea. Toisena ääripäänä ovat esimerkiksi mediatalot, joiden liiketoiminnan menestyksellisyys taas perustuu siihen mitä useampaan kertaan niiden tuottama tietoa luetaan. Oikea lähestymistapa tallennuksen virtualisoinnin tarkasteluun onkin keskittyä tarkastelemaan esiin tulevia mahdollisia ongelmakohtia ja tarpeita liiketoimintalähtöisen ajattelun kautta. Tallennusjärjestelmien ja virtualisointiratkaisujen toimittajia on markkinoilla kymmeniä, mutta voidaankin todeta, että täsmälleen samoja asioita tekevät tuoteratkaisut ovat harvassa sekä yleisesti ottaen hyvää ja kaikille optimaalista järjestelmää on tuskin kukaan pystynyt kehittämään.

Tallennuksessa käytetään monia erilaisia virtualisointia muistuttavia tekniikoita, joita on mahdollista hyödyntää jo yksittäisenkin tallennusjärjestelmän puitteissa. Tallennuksen virtualisointi tuo järjestelmän ylläpitäjille lisää mahdollisuuksia ohjailla resurssien käyttöä järkevimmällä tavalla. Esimerkiksi virtuaalisen nauhakirjaston avulla varmistukset ohjataan fyysisen nauhan sijaan levytiedostoiksi, joista arkistoitavat kopiot voidaan sitten purkaa nauhalle ennalta määritetyn nauhakierron mukaisesti. Levytilan ylivaraus (thin provisioning) taas perustuu havaintoon siitä, että käyttäjille ja palvelimille varattu levytila nojaa enemmän tai vähemmän huonosti osuviin arvuksiin. Kun levytilan varaukset tehdään virtuaalisina, voidaan vapaata levytilaa käsitellä yhtenäisenä levyvarastona, josta sitä voidaan tarpeen mukaan osoittaa. Tiedon kertatallennus (single-instance storage) eli deduplikointi puolestaan pyrkii minimoimaan massamuistihukan, joka aiheutuu kun samaa informaatiota tallennetaan useampaan kertaan. Liitteiden kopiointi sähköpostin k-jakeluista aiheuttaa käyttäjähakemistoihin tallennettavan tiedon määrän suuren kasvun ja kertatallennuksen avulla tämä on mahdollista ratkaista niin, että käyttäjälle täysin näkymättömästi säilytetään tiedostosta vain yhtä fyysistä kopiota. Käyttäjät kuitenkin pitävät näkemiään virtuaalitiedostoja ominaan. Kertatallennus voi toimia objektien tasolla, jolloin tiedostojärjestelmälle näytetään tiedoston otsaketiedot ja osoitin, joka osoittaa tiedoston varsinaisen tallennuspaikan. Kertatallennus voi toisaalta toimia myös niin sanotulla laitteistoläheisemmällä lohkotasolla, jolloin tallennusjärjestelmä tallentaa identtiset lohkot vain kerran. Jälkimmäinen tapa on tekstin mukaan käytännössä katsottuna tehokkaampi, koska erilaisissa ja eri nimellä varustetuissa tiedostoissa on usein yllättävänkin paljon samaa sisältöä. Varsinkin varmistusjärjestelmien yhteydessä deduplikointitekniikat ovat paljolti käytetty ratkaisu. (Hämäläinen b 2009.)

7 YHTEENVETO

Perinteisten IT-ratkaisumallien lisäksi on saatavilla monia erilaisia ratkaisuja, joiden on tarkoitus esimerkiksi helpottaa ylläpitoa ja alentaa kustannuksia tai parantaa tietoturvaa ja käytettävyyttä. Tässä työssä näiltä osin keskityttiin pilvimalleihin, erilaisiin pilvipalveluihin ja virtualisointiin. Pilvimallissahan ei varsinaisesti ole kyse mistään

uudesta ajattelumallista tai periaatteesta, vaan voidaan ennemminkin ajatella, että olemme palaamassa takaisin aikaisempaan aikakauteen, jossa käyttäjän työpöydällä on se niin sanottu tyhmä pääte. Tyhmää päätettä käyttämällä otetaan yhteys palvelinlaitteistoon, joka puolestaan tarjoaa käytetyn päätteen ruudulle ne palvelut, joita käyttäjä haluaa käyttää.

Tämän työn luvussa 2 on eritelty eri pilvimallien kolme erilaista tasoa. Tarvitseeko yrityksen vuokrata sovelluksia (SaaS), käyttöjärjestelmät ja varusohjelmistot (PaaS) vai koko infrastruktuuri (IaaS) eli virtuaalikoneet ja tallennustila? Asiakkaan pitää etukäteen miettiä mitä on ostamassa ja mitä todellisuudessa tarvitaan. Lisäksi pitää miettiä halutaanko palvelut hankkia pilvimallien mukaisesti julkisen, yksityisen vai hybridin pilvimallin mukaisesti.

Pilvimallien käytön avulla on mahdollista saavuttaa välittömiä säästöjä perinteisiin IT-ratkaisumalleihin verrattuna ja käytettävyyden sekä tietoturvallisuuden lisäksi tämän voidaan katsoa olevan yksi tärkemmistä myyntivalteista mitä pilvipalveluja asiakkailleen myyvät yritykset mielellään nostavat esille. Varsinkin suomalaisia yrityksiä pilvipalvelun käytön harkinnassa mietityttää kuitenkin tietoturva ja sitä kautta yrityksen informaation säilytys toisen osapuolen palvelimilla ja tallennusjärjestelmissä, koska asiakasyrityksellä ja sen henkilöstöllä ei ole fyysistä pääsyä tallennettuun dataan, joten vastuu tietoturvallisuuden huolehtimisesta on palveluntarjoajalla. Tämä sisältää monia erilaisia riskimahdollisuuksia ja asiakas ei esimerkiksi mahdollisessa vikatilanteessa voi tehdä oikeastaan mitään asioiden hyväksi. Tietoturvallisuuden kannalta erilaisten pilvipalvelujen käytön voidaan katsoa monasti olevan ehkä myös jopa turvallisempi tapa toimia kuin itse toteutettu perinteinen IT-ratkaisu, sillä pilvipalveluntarjoalla on käytössään suuri määrä erilaisten tietoturvaan liittyvien asioiden asiantuntijoita. Voidaankin siis sanoa, että tietoturvan ja käytettävyyden kannalta ajateltuna yrityksen on ainakin joissain tapauksissa, jopa parempi turvautua pilviratkaisuihin.

Koska pilvipohjaisia sovelluksia tai ratkaisuja käytetään julkisen verkon kautta, pitää ottaa huomioon myös se, että esimerkiksi yrityksen Internet-yhteydet saattavat syystä tai toisesta myös olla pois käytöstä, myös pidempiäkin aikoja. Mikäli yrityksen liiketoiminta on selvästi riippuvainen pilvestä ja sen palveluista, kannattaakin hankkia

kahdennetut yhteydet, jotta yhteydet palveluntarjoajan datakeskuksiin pysyisivät tällaisen tapahtuman yhteydessä edelleen yrityksen käytössä. Mitä kauemmin yhteydet palveluntarjoajaan ja sen datakeskuksiin ovat poikki, sitä enemmän yritys menettää työtunteja ja rahaa.

Käytettävyyden tason osalta eri palveluntarjoajien ratkaisuista on ehkä omasta mielestäni huono lähteä hakemaan eroavaisuuksia, sillä kaikissa tapauksissa luvataan kuitenkin vähintään 99 prosentin käyttöaikatakuuta. Tämän voidaan kuitenkin ajatella niin, että mahdollisen vikatilanteen eteentulo on äärimmäisen harvinaista, sillä palveluntarjoaja on selkeästi ottanut vikasietoisuuden huomioon, joten fyysisesti dataan ei tästä syystä ole tarpeellista päästä käsiksi. Suomalaiset pilvipalveluntarjoajat kiehtovat ehkä siinä mielessä ulkomaisia enemmän, että niiden datakeskukset on sijoitettu suomeen ja näin ollen niihin ja niiden sisältämään dataan sovelletaan Suomen lakia. Näin ollen asiakasyrityksen ei ole tarpeellista miettiä datan joutumista esimerkiksi Yhdysvaltain tai jonkun muun valtion viranomaisten tietoon.

Toinen tämän opinnäytetyön pääteemoista oli virtualisointi. Virtualisointi on jo pidemmän aikaa ollut kuuma aihe IT-alalla ja sen tuomat hyödyt ovat todennettuja. Ei ole viisasta asentaa kaikkia organisaation kriittisiä palvelimia yhdelle fyysiselle palvelimelle tai yhden fyysisen palvelimen virtuaalikoneille, vaan ne on parempi jakaa useamman eri fyysisen koneen virtuaalikoneille. Näin saadaan vikasietoisuutta.

Virtualisoinnin huumassa on kuitenkin hyvä pitää mielessä, että virtualisointi ei poista lisenssien hankinnan tarvetta vaan siitä pitää huolehtia entiseen tapaan. Kaikki fyysisiin laitteistoihin kohdistettavat hyökkäykset ja koodit ovat edelleen vaaraksi myös virtualisoidussakin ympäristössä, joten edelleen on yhtä tärkeää huolehtia tarvittavien päivitysten ajantasaisuudesta. Virtualisoinnin tuomat hyödyt laitteiston paremmassa ja tehokkaammassa kuormittamisessa säästävät varsinkin isoissa konesaleissa, mutta myös pienemmissä organisaatioissa ja ympäristöissä selvää rahaa. Tämä johtaa myös fyysisten laitteiden määrän pienenemiseen, kun toiminta muuttuu samalla ympäristöystävällisempään suuntaan esimerkiksi sähkönkulutuksen laskiessa. Samalla se pienentää myös tilantarvetta, koska fyysistä laitteistoa ei tarvita niin suurta määrää.

Virtualisointi auttaa IT-hallintoa hallitsemaan olemassa olevaa infrastruktuuria helpommin. Virtualisointiin siirtymiseen on tarjolla helpotusta tarjoavia konvertointityökaluja, mutta virtualisoituun ympäristöön siirtymistä mietittäessä kannattaa se silti suunnitella huolella, jotta onnistutaan takaamaan paras mahdollinen hyötysuhde. Ulkopuolisen asiantuntija-avun käyttämisessä ei ole mitään hävettävää, vaan onkin suositeltavaa käyttää tarvittaessa ulkopuolista apua projektin toteuttamiseksi onnistuneesti, mikäli oman yrityksen tietohallinto ei ehdi tai syystä tai toisesta omaa tarvittavaa kokemusta/tietotaitoa.

LÄHTEET

Amazon a. What is AWS? Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa:
<http://aws.amazon.com/what-is-aws/>.

Amazon Auto Scaling. Auto Scaling. Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa:
<http://aws.amazon.com/autoscaling/>.

Amazon b. Amazon EC2 Pricing. Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa:
<http://aws.amazon.com/ec2/pricing/>.

Amazon CloudWatch. Amazon CloudWatch. Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa:
<http://aws.amazon.com/cloudwatch/>.

Amazon EBS. Amazon Elastic Block Store (EBS). Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa:
<http://aws.amazon.com/ebs/>.

Amazon Elastic Load Balancing. Elastic Load Balancing. Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa: <http://aws.amazon.com/elasticloadbalancing/>.

Amazon c. Amazon Simple Storage Service. Viitattu: 18.11.2011. Saatavissa:
<http://aws.amazon.com/s3/>.

Concept.10. Tietoturvaa pilvessä. Viitattu: 23.10.2011. Saatavissa:
http://www.concept10.fi/tietoturvapalsta/101/1/2_2009_tietoturvaa_pilvessa.

DNA a. DNA Toimisto. Viitattu 10.11.2011. Saatavissa:
http://www.dna.fi/Yrityksille/yritystuotteet/Documents/DNA_Toimisto.pdf.

DNA b. DNA Toimisto ja Google-sovellukset. Viitattu: 10.11.2011. Saatavissa:
http://www.dna.fi/Yrityksille/yritystuotteet/Documents/DNA_Toimisto.pdf.

Elisa a. Rakenna liiketoimintasi näköinen pilvi. Viitattu: 17.10.2011. Saatavissa: http://www.elisa.fi/yrityksille/palvelukokonaisuudet/ecloud/sisainen_pilvi/.

Elisa b. Elisan Konesalipalvelut. Viitattu: 17.10.2011. Saatavissa: <http://www.elisa.fi/yrityksille/palvelukokonaisuudet/ecloud/konesalipalvelut/>.

Elisa c. Elisan jatkuvuuspalvelut. Viitattu: 17.10.2011. Saatavissa: <http://www.elisa.fi/yrityksille/palvelukokonaisuudet/ecloud/jatkuvuuspalvelut/>.

Elisa d. Elisan Julkinen pilvi. Viitattu: 17.10.2011. Saatavissa: http://www.elisa.fi/yrityksille/palvelukokonaisuudet/ecloud/julkinen_pilvi/.

Elisa e. Elisa Yrityspilvi. Viitattu: 17.10.2011. Saatavissa: <http://www.elisa.fi/yrityksille/palvelukokonaisuudet/ecloud/yrityspilvi/>.

Elisa f. Elisa EnterpriseCloud. Viitattu: 17.10.2011. Saatavissa: <http://www.elisa.fi/yrityksille/palvelukokonaisuudet/ecloud/enterprisecloud/>.

Google a. Google Apps for Business. Viitattu 02.10.2011. Saatavissa: http://www.google.com/apps/intl/fi/business/index.html#utm_campaign=fi&utm_source=fi-ha-emea-fi-bk&utm_medium=ha&utm_term=%2Bgoogle%20%2Bapps.

Google b. Gmail yrityksille. Viitattu 02.10.2011. Saatavissa: <http://www.google.com/apps/intl/fi/business/gmail.html>.

Google c. Hallitse tapaamisia verkossa Google-kalenterin avulla. Viitattu: 06.10.2011. Saatavissa: <http://www.google.com/apps/intl/fi/business/calendar.html>.

Google d. Google-dokumentit - reaaliaikainen yhteistyö verkkodokumenteilla. Viitattu: 15.10.2011. Saatavissa: <http://www.google.com/apps/intl/fi/business/docs.html>.

Google e. Viesti ja jaa entistä helpommin Google-ryhmien avulla. Viitattu: 17.1.2011. Saatavissa: <http://www.google.com/apps/intl/fi/business/groups.html>.

Google f. Dynaamisten verkkosivujen luominen on yhtä helppoa kuin asiakirjojen kirjoittaminen. Viitattu: 17.10.2011. Saatavissa:

<http://www.google.com/apps/intl/fi/business/sites.html>.

Google g. Googlen ylläpitämän videoratkaisun avulla säästät aikaa ja rahaa. Viitattu: 17.10.2011. Saatavissa: <http://www.google.com/apps/intl/fi/business/video.html>.

Google h. Usein kysytyt kysymykset – Hinnoittelu – Kuinka Google Apps for Business –palvelun eri hinnoitteluvaihtoehdot toimivat? Viitattu: 17.11.2011. Saatavissa: <http://www.google.com/apps/intl/fi/business/faq.html>.

Google App Engine a . What Is Google App Engine? Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa: <http://code.google.com/appengine/docs/whatisgoogleappengine.html>.

Google App Engine c. Billable Resource Unit Cost. Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa: http://code.google.com/intl/fi-FI/appengine/docs/billing.html#Billable_Resource_Unit_Cost.

Hämäläinen, Pertti 2009: Kaikki virtualisoinnista, osa 4/4. Tietokone 5/2009.

Hämäläinen, Pertti a 2009: Tietoturva pilvessä. Tietokone 6/2009.

Hämäläinen, Pertti b 2009: Kaikki virtualisoinnista, osa 3/4. Tietokone 4/2009.

IBM. Pilvipalvelut. Viitattu 13.10.2011. Saatavissa: <http://www-05.ibm.com/fi/solutions/cloud/>.

Luu5 a. Saas-termejä. Viitattu 05.10.2011. Saatavissa: <http://www.luu5.fi/?sivu=saas&sub=termeja>.

Luu5 b. Yleistä tietoa Saas-ohjelmistoista. Viitattu 05.10.2011. Saatavissa: <http://www.luu5.fi/?sivu=saas>.

Mbnet. Pehmoista pilven päällä. Viitattu: 17.10.2011. Saatavissa: <http://www.mbnet.fi/nettijatko/2009/03/pilvilaskenta/>.

Microsoft a. Mikä Office 365 on? Viitattu 21.09.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/fi-fi/office365/what-is-office365.aspx>.

Microsoft b. Viitattu: 17.10.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/fi-fi/office365/office-professional-plus.aspx>.

Microsoft c. Microsoft Exchange Online. Viitattu: 14.10.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/fi-fi/office365/exchange-online.aspx>.

Microsoft d. Microsoft SharePoint Online. Viitattu: 14.10.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/fi-fi/office365/sharepoint-online.aspx>.

Microsoft e. Microsoft Lync Online. Viitattu 14.10.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/fi-fi/office365/lync-online.aspx>.

Microsoft f. Office Web Apps. Viitattu: 14.10.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/fi-fi/office365/web-apps.aspx>.

Microsoft g. Sovellusluna palveluna. Viitattu 14.10.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/fi-fi/cloud/cloudpowersolutions/development-and-hosting.aspx>.

Microsoft h. Office 365 ammatinharjoittajille ja pienyrityksille. Viitattu: 17.11.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/fi-fi/office365/plans/small-business/email-calendar.aspx>.

Microsoft i. Office 365 –palvelupaketit. Viitattu: 17.11.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/fi-fi/office365/plans.aspx>.

Microsoft k. Office 365 keskisuurille ja suurille yrityksille - Palvelupaketit. Viitattu: 17.11.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/fi-fi/office365/enterprise-solutions/pop-enterprise-plans.aspx>.

Microsoft l. Office 365 vaihtuvaa työpistettä käyttäville käyttäjille –palvelupaketit. Viitattu: 17.11.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/fi-fi/office365/enterprise-solutions/pop-kiosk-plans.aspx>.

Microsoft m. Office 365 oppilaitoksille. Viitattu: 17.11.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/fi-fi/office365/education/school-services.aspx>.

Mäntylä, Juha-Matti. 2008: Virtualisointi mullistaa tietotekniikan. Viitattu 19.09.2011. Saatavissa: <http://www.tietoviikko.fi/cio/article192316.ece>.

Platform as a Service. Viitattu 05.10.2011. Saatavissa: [http://wiki.avopilvi.fi/index.php?title=Platform as a Service&redirect=no](http://wiki.avopilvi.fi/index.php?title=Platform_as_a_Service&redirect=no).

Pervilä, Markku. Pilvipalvelut ja mobiililaitteet mullistavat tietoturvan. Viitattu 12.10.2011. Saatavissa: <http://www.tietoviikko.fi/cio/pilvipalvelut+ja+mobiililaitteet+mullistavat+tietoturvan/a604848>.

private cloud. Webopedia. Viitattu 13.10.2011. Saatavissa: http://www.webopedia.com/TERM/P/private_cloud.html.

Rousku, Kimmo. Mikä ihmeen pilvi? Cloud Computingin alkeet peruskäyttäjälle. Viitattu 21.09.2011. Saatavissa: <http://www.tietoviikko.fi/edut/pilvi/article394325.ece>.

Rule, D. & Dittner, R. 2007. The best damn server virtualization book. Burlington: SYNGRESS.

Saarikko, Marja. Pilvipalvelu säästää kustannuksia. Viitattu 21.09.2011. Saatavissa: http://www.luonnontieteilijat.fi/lehti/artikkelit/2011/1/Pilvipalvelu_saastaa_kustannuksia.

SaaS 2011a. Understanding Public Clouds: IaaS, PaaS, & SaaS. Viitattu 06.10.2011. Saatavissa:

<http://www.keithpij.com/Portals/0/Cloud%20Computing/Understanding%20Public%20Clouds/Figure%209%20%E2%80%93%20Software%20as%20a%20Service.jpg>.

SaaS 2011b. Understanding Public Clouds: IaaS, PaaS, & SaaS. Viitattu 06.10.2011. Saatavissa:

<http://www.keithpij.com/Portals/0/Cloud%20Computing/Understanding%20Public%20Clouds/Figure%206%20%E2%80%93%20Platform%20as%20a%20Service.jpg>.

SaaS 2011c. Understanding Public Clouds: IaaS, PaaS, & SaaS. Viitattu 06.10.2011. Saatavissa:

<http://www.keithpij.com/Portals/0/Cloud%20Computing/Understanding%20Public%20Clouds/Figure%202%20%E2%80%93%20Infrastructure%20as%20a%20Service.jpg>.

SearchCloudComputing. private cloud (internal cloud or corporate cloud). Viitattu 13.10.2011. Saatavissa:

<http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/private-cloud>.

SearchCloudComputing b. hybrid cloud. Viitattu: 13.10.2011. Saatavissa:

<http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/hybrid-cloud>.

Siljamäki, Heikki. Viisi isoa kysymystä pilvipalveluista. Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa:

<http://www.tietoviikko.fi/edut/pilvi/viisi+isoo+kysymysta+pilvipalveluista/a393578>.

Sininen meteoriitti. Windows Azure. Viitattu 14.10.2011. Saatavissa:

<http://www.meteoriitti.com/fi-FI/teknologiat/windows-azure/>.

Sonera a. Sähköposti ja toimisto. Viitattu: 15.11.2011. Saatavissa:

<http://www.sonera.fi/yrityksille/tuotteet+ja+palvelut/viestintapalvelut/sahkoposti+ja+toimisto/>

Sonera b. Yrityssähköposti. Viitattu: 15.11.2011. Saatavissa:

<http://www.sonera.fi/yrityksille/tuotteet+ja+palvelut/viestintapalvelut/sahkoposti+ja+toimisto/yrityssahkoposti>.

Sonera c. Tiimikeskus on tehokasta tiedon jakamista. Viitattu: 15.11.2011. Saatavissa:

<http://www.sonera.fi/yrityksille/tuotteet+ja+palvelut/viestintapalvelut/sahkoposti+ja+toimisto/tiimikeskus>.

Tietokone. Pilviä kesätaivaalla. Viitattu: 17.10.2011. Saatavissa:

http://www.tietokone.fi/advertoriaalit/pilvia_kesataivaalla_100.

What is Infrasctructure as a Service (IaaS). Viitattu 06.10.2011. Saatavissa:

<http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Infrastructure-as-a-Service-IaaS>.

Windows Azure. Windows Azure: Introduction. Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa:

http://image.wetpaint.com/image/1/XFi6rwrbiJad_O708EludQ29336/GW686H202.

Windows Azure a. Windows Azure: Introduction. Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa:

<http://www.azurepilot.com/page/Windows+Azure%3A+Introduction>.

Windows Azure b. Windows Azure Compute. Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa:

<http://www.microsoft.com/windowsazure/features/compute/>.

Windows Azure c. SQL Azure Database. Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa:

<http://www.microsoft.com/windowsazure/features/database/>.

Windows Azure d. Windows Azure Platform Consumption (Pay-As-You-Go). Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa:

<http://www.microsoft.com/windowsazure/offers/popup/popup.aspx?lang=en&locale=fi-FI&offer=MS-AZR-0003P>.

Windows Azure CDN. Windows Azure Content Delivery Network. Viitattu:

22.11.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/windowsazure/features/cdn/>.

Windows Azure Storage a. Windows Azure Storage. Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/windowsazure/features/storage/>.

Windows Azure Storage b. Azuren yleiskatsaus. Viitattu: 22.11.2011. Saatavissa: http://aws-helsinki.fi/assets/2011-04-27-aws-helsinki_petri-raito_azure.pdf.

VMWare a. Virtualization Overview – artikkelikuvat. Viitattu 20.09.2011. VMWare. Saatavissa: <http://www.vmware.com/pdf/virtualization.pdf>.

VMWare b. Virtualization Overview – artikkelikuvat. Viitattu 20.09.2011. VMWare. Saatavissa: <http://www.vmware.com/pdf/virtualization.pdf>.

VMWare c. Virtualization Overview. Viitattu 20.09.2011. Saatavissa: <http://www.vmware.com/pdf/virtualization.pdf>